北京劳动保障职业学院国家骨干校建设资助项目

城市轨道交通行车组织

赵海静　纪娜　主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

北京劳动保障职业学院国家骨干校建设资助项目

城市轨道交通行车组织

主　编　赵海静　纪　娜
参　编　王长全　蒙　娟　孔　杰

机 械 工 业 出 版 社

本书以城市轨道交通系统行车专业岗位所需理论知识和操作技能为主，对城市轨道交通行车组织进行了较全面、系统地阐述。内容包括：城市轨道交通行车组织基础知识、列车自动控制技术、车站作业组织、行车控制中心行车组织、车辆基地作业组织、非正常情况下的行车组织、运营事故处理及预防等。

本书可作为高等职业教育城市轨道交通运营管理专业的核心课程教材，以及城市轨道交通相关专业的辅助教材，亦可作为城市轨道交通运营企业车站及车辆基地（车辆段）值班站长、行车值班员、站务员等行车各岗位的职业培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

城市轨道交通行车组织/赵海静，纪娜主编．—北京：机械工业出版社，2014.1

北京劳动保障职业学院国家骨干校建设资助项目

ISBN 978-7-111-44977-5

Ⅰ.①城… Ⅱ.①赵… ②纪… Ⅲ.①城市铁路－行车组织－高等职业教育－教材 Ⅳ.①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 291097 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：罗 莉 责任编辑：罗 莉

版式设计：常天培 责任校对：薛 娜

封面设计：赵颖喆 责任印制：刘 岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 9 印张 · 205 千字

0001— 2500册

标准书号：ISBN 978-7-111-44977-5

定价： 36.90 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社 服 务 中 心：（010）88361066	教 材 网：http：//www.cmpedu.com
销 售 一 部：（010）68326294	机工官网：http：//www.cmpbook.com
销 售 二 部：（010）88379649	机工官博：http：//weibo.com/cmp1952
读者购书热线：（010）88379203	**封面无防伪标均为盗版**

前言

随着我国城镇化进程加快，城市规模扩大、城市人口超负荷增长，城市交通拥堵日益严重。为缓解大中城市的交通拥堵问题，国内城市轨道交通发展将进一步提速，未来发展空间大。2012 年 9 月，国家发展和改革委员会公示了 25 个获批轨道交通、城际铁路类项目，已公布的投资总金额超过 8000 亿元。我国政府此次在轨道交通行业的大手笔投资再次掀起国内城市轨道交通建设的高潮。过去十几年来城市轨道交通建成了 50 多条线路，约 1600km 的运输轨道，截至目前，全国城市轨道交通已开通运营里程超过 2000km。全国已批准修建城市轨道交通的 35 个城市，线路里程合计 5720km。据行业内估算，到“十二五”末，全国城轨运营总里程将达到 3000km，到 2020 年，运营总里程将达到 6000 ~ 7000km。城市轨道交通的快速发展，使得城市轨道交通企业对人才的需求量急剧增加，城市轨道交通企业对人才需求按每千米 60 人的标准计算，国内各城市对轨道交通行业具有很大的人才需求空间，同时不断需要各省市的高校对此类人才的专门培养。

本书由赵海静、纪娜主编，王长全、蒙娟、孔杰为参编。

全书设计框架及编写思路经从事城市轨道交通工作多年，具有丰富实践经验，现任北京京港地铁有限公司的培训师吕杰审阅，并为本书的框架及编写思路提出了许多宝贵的意见，在此表示深深的谢意。

本书的编写得到了北京京港地铁有限公司、北京地铁运营有限公司的大力支持，在此表示衷心的感谢。本书还引用了许多国内外专家、学者的有关城市轨道交通的相关资料和文献，在此谨向有关作者致以衷心的感谢。

由于我国城市轨道交通系统发展迅速，技术更新速度越来越快，资料引用不够全面，编者水平不足，书中难免有疏漏、不妥之处，敬请读者指正，真诚期待广大读者和同行多提宝贵意见。

编　者

2013 年 10 月

目录

前言
第 1 章　城市轨道交通行车组织基础知识 …… 1
1.1　城市轨道交通行车组织的特点 …… 1
1.1.1　城市轨道交通的特点 …… 1
1.1.2　城市轨道交通对行车组织工作的要求 …… 3
1.1.3　城市轨道交通行车组织的特点 …… 3
1.2　城市轨道交通行车设备 …… 4
1.2.1　线路 …… 4
1.2.2　道岔 …… 8
1.2.3　信号与通信设备 …… 12
1.3　城市轨道交通行车组织原则、规章与法律 …… 15
复习题 …… 17
第 2 章　列车自动控制技术介绍 …… 18
2.1　列车运行图的概念及编制要求 …… 18
2.1.1　列车运行图的基本概念 …… 18
2.1.2　列车运行图的编制 …… 28
2.2　行车闭塞法 …… 30
2.2.1　行车闭塞法概述 …… 30
2.2.2　移动闭塞 …… 36
2.3　列车驾驶模式 …… 43
复习题 …… 45
第 3 章　车站作业组织 …… 46
3.1　车站技术设备 …… 47
3.1.1　车站行车设备 …… 47
3.1.2　车站客运设备 …… 47
3.2　列车运行组织方式 …… 50
3.3　列车行车作业 …… 56
3.3.1　行车作业基本要求 …… 56
3.3.2　行车作业制度 …… 57
3.3.3　车站行车作业 …… 58

复习题 …… 62
第 4 章　行车控制中心行车组织 …… 63
4.1　控制中心技术设备 …… 63
4.1.1　模拟屏 …… 63
4.1.2　监视器 …… 63
4.1.3　通信设备 …… 64
4.2　行车调度机构的组成和行车调度员的工作流程 …… 65
4.2.1　行车调度机构及其组成 …… 65
4.2.2　行车调度工作 …… 67
4.3　调度命令 …… 70
4.4　行车调度控制方式 …… 73
4.5　列车运行调整 …… 76
复习题 …… 81
第 5 章　车辆基地作业组织 …… 82
5.1　概述 …… 82
5.2　车场内行车作业组织 …… 86
5.3　调车作业 …… 89
复习题 …… 96
第 6 章　非正常情况下的行车组织 …… 97
6.1　信号设备故障 …… 97
6.1.1　ATS 设备故障 …… 97
6.1.2　ATP 设备故障 …… 98
6.1.3　ATO 子系统故障 …… 99
6.1.4　信号联锁系统故障 …… 99
6.1.5　列车驾驶模式及模式转换 …… 101
6.2　道岔故障 …… 104
6.2.1　道岔故障分类 …… 104
6.2.2　道岔故障时的行车组织办法 …… 105
6.3　火灾 …… 105
6.3.1　地下车站火灾 …… 106
6.3.2　列车火灾 …… 106
6.3.3　区间隧道火灾列车运行组织模式 …… 107
6.4　车辆故障的行车组织 …… 107
6.4.1　扣车规定 …… 107
6.4.2　列车反方向运行 …… 107
6.4.3　列车退行 …… 108
6.4.4　列车推进运行 …… 108

6.4.5 恶劣天气时的行车组织 …… 108
复习题 …… 109
第 7 章 运营事故处理及预防 …… 110
7.1 运营事故处理规则 …… 110
7.1.1 安全生产方针与事故处理原则 …… 110
7.1.2 运营事故的分类 …… 111
7.1.3 运营事故的现场应急处理及指挥抢险 …… 114
7.2 事故处理预案及预防 …… 115
7.2.1 安全管理 …… 116
7.2.2 地铁运营事故分析 …… 116
7.2.3 事故预防对策 …… 117
7.3 事故应急预案 …… 118
复习题 …… 120
第 8 章 救援列车与工程车的开行 …… 121
8.1 救援列车的开行 …… 121
8.2 工程车的开行 …… 122
复习题 …… 125
附录 A 城市轨道交通运营管理办法 …… 126
附录 B 特别重大事故调查程序暂行规定 …… 131
附录 C 名词术语中英文对照表 …… 134
参考文献 …… 138

第 1 章

城市轨道交通行车组织基础知识

教学目标

1. 简述城市轨道交通系统行车组织特点
2. 列举反映轨道交通行车组织设备
3. 简述行车组织原则及规章

1.1 城市轨道交通行车组织的特点

城市轨道交通是现代化都市的重要基础设施。它能够安全、迅速、舒适、便利地在城市范围内运送乘客，最大限度地满足市民出行的需要。在城市各种公共交通工具中，具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点，是改变城市交通拥挤、乘车困难、行车速度下降的行之有效的现代化交通工具。

城市轨道交通系统的安全、速度、输送能力和效率与行车组织工作密切相关。行车组织工作已成为城市轨道交通调度指挥和运营工作的核心。制定相应的行车组织规则，可以带来较好的经济效益和社会效益。

1.1.1 城市轨道交通的特点

1. 城市轨道交通有别于城市道路交通的特点

（1）容量大

地下铁道单向每小时运送能力可达 30000～70000 人次，轻轨交通在 10000～30000 人次之间，而公共汽车、电车为 8000 人次，在客流密集的城市建设城市轨道交通可疏散公交客流。

（2）准时、快速

城市轨道交通有自己的专用线路，与城市道路交通相隔离，不受其他交通工具的干扰，不会出现交通阻塞而延误运行时间，可保证乘客准时、迅速地到达目的地。

（3）安全、正点

城市轨道交通多建于地下或高架，即使在地面也与道路交通相隔离，与其他交通工具无相互干扰，如果不遇到自然灾害或发生意外，运行安全有充分的保障。

（4）利于环境保护

城市轨道交通噪声小、污染轻，对城市环境不造成破坏。

（5）节省土地资源

城市轨道交通（多建于地下或高架）即使在地面其占地也有限，充分利用了城市空间，节省了日益宝贵的土地资源。

但是城市轨道交通也存在一定的局限性，如建设费用高、建设周期长、技术含量高、建设难度大；一旦遇有自然灾害尤其是火灾，乘客疏散困难，容易造成人员伤亡。

城市轨道交通系统建成后就难以迁移和变动，不像地面公共交通可以机动地调整路线和设置站点，以满足乘客流量和流向变化的需要，其运输组织工作远比地面公共交通复杂。

2. 城市轨道交通有别于铁路的特点

城市轨道交通虽然和铁路同为轨道交通，但和铁路有许多不同之处。

（1）运营范围

城市轨道交通运营范围是城市市区及郊区，往往只有几十公里㊀，不像铁路那样纵横数千公里，而且连接城乡。

（2）运行速度

城市轨道交通因在城市范围内运行，站间距离短，且站站须停车，列车运行速度通常不超过 80km/h。而铁路的运行速度比较高，许多线路在 120km/h 以上，高速铁路在 300km/h 以上。

（3）服务对象

城市轨道交通的服务对象单一，只有市内客运服务，不像铁路那样客、货混运。

（4）线路与轨道

城市轨道交通大部分线路在地下或高架通行，均为双线，各线路之间一般不过线运营。另外城市轨道交通还有铁路没有的跨座式和悬挂式。

（5）车站

城市轨道交通一般车站多为正线，多数车站也没有道岔，换乘站多为立体方式，不像铁路那样车站有数量不等的道岔及股道，有较复杂的咽喉区，换乘也为平面方式。

（6）车辆段

城市轨道交通的车辆段不同于铁路的车辆段，只有车辆检修的功能，而且是类似于铁路的区段站，要进行车辆检修、停放以及大量的列车编解、接发车和调车作业。

（7）车辆

城市轨道交通采用电动车组，没有铁路那样的机车和车辆的概念，也没有铁路那样众多类型的车辆。

（8）供电

㊀ 公里为法定计量单位千米的俗称，本书采用铁路部门习称的公里。——编者注

城市轨道交通的供电包括牵引供电和照明供电。城市轨道交通均为电力牵引，没有非电气化铁路的说法。城市轨道交通的动力、照明供电尤为重要，一旦供电中断，系统将陷入整体瘫痪状况。

（9）通信信号

城市轨道交通列车密度高，行车间隔短，普遍采用列车自动监控和列车自动运行的方式。城市轨道交通为了迅速、准确、可靠地传递信息，建有自成体系且独立完整的内部通信网，还包括广播和闭路电视。

（10）运营管理

城市轨道交通运营条件十分单纯，除了进、出段和折返外，没有越行，没有交会，在正线一般没有调车作业，易于实现自动监控。

1.1.2　城市轨道交通对行车组织工作的要求

城市轨道交通，尤其是地下轨道交通因其固有的特点，对其行车组织提出如下要求。

（1）安全性要求高

因城市轨道交通尤其是地下部分隧道空间小，行车密度大，故障排除难度大，若发生事故难以救援，损失将非常严重，所以对行车安全的保证，即对行车组织提出了更高的安全要求。

（2）通过能力大

城市轨道交通一般不设站线，进站列车均停在正线，先行列车停站时间直接影响后续列车接近车站，所以要求行车设备必须满足通过能力的要求。另一方面，由于不设站线使列车正常运行的顺序相对固定，有利于实现行车调度自动化。

（3）可靠性高

由于城市轨道交通隧道空间小，且装有带电的接触网，行车时不便于维修和排除设备故障，所以要求信号设备具有高可靠性，应尽量做到平时不维修或少维修。

（4）自动化程度高

城市轨道交通站间距短，列车密度大，行车工作十分频繁，而且地下部分环境潮湿，所以要求尽量采用自动化程度高的先进技术设备。

（5）限界条件苛刻

城市轨道交通的室外设备及车载设备，受土建限界的制约，要求设备体积小，同时必须兼顾施工和维护作业空间的要求。

1.1.3　城市轨道交通行车组织的特点

城市轨道交通的行车组织沿袭铁路的制式，但由于其自身的特点，与干线铁路不同，城市轨道交通在整个运输生产过程中，调车作业甚少，行车组织基本上只从事列车运行组织和接发列车工作，由调度所（或中央控制室）和车站两级完成。

（1）具有完善的列车速度监控功能

城市轨道交通所承担的客运量巨大，对行车间隔的要求远高于铁路，最小行车间隔达

到90s甚至更小，因此对列车运行速度监控的要求极高。

（2）联锁关系较简单，但技术要求高

城市轨道交通的大多数车站没有配线，不设道岔，甚至也不设地面信号机，仅在少数有岔联锁站及车辆段才设置道岔和地面信号机，故联锁设备的监控对象远少于铁路车站的监控对象，联锁关系远没有铁路复杂。除折返站外，全部作业仅为旅客乘降，非常简单。通常一个控制中心即可实现全线的联锁功能。

城市轨道交通信号自动控制最大的特点是把联锁关系和列车自动保护（ATP）系统编/发码功能结合在一起，且包含一些特殊的功能，如自动折返、自动进路、紧急关闭、扣车等，增加了技术难度。

（3）车辆段独立采用联锁设备

城市轨道交通的车辆段类似于铁路区段站的功能，包括列车编解、接发列车和频繁的调车作业，线路较多、道岔较多、信号设备较多，一般独立采用一套联锁设备。

（4）行车调度自动化水平高

由于城市轨道交通的线路长度短、站间距离短、列车种类较少、行车规律性很强，因此它的调度系统中通常包括自动排列进路和运行自动调整的功能，自动化程度高，人工介入极少。

1.2 城市轨道交通行车设备

1.2.1 线路

1. 线路的基本结构

线路：是机车车辆和列车运行的基础，是由路基、桥隧建筑物（桥梁、涵洞、隧道等）和轨道（主要包括钢轨、连接零件、轨枕、道床、道岔等）组成的一个整体的工程结构。

轨道：轨道作为地铁线路的重要组成部分，是一个整体性的工程结构，它由钢轨、轨枕、连接零件、道床、防爬设备和道岔六部分组成。轨道通常由两条平行的钢轨组成，钢轨间的距离称为轨距，在地铁线路的直线区段，按照中国铁路规定，标准轨距为1435mm，其误差不得超过+6～-2mm。钢轨固定放在轨枕上，轨枕之下为道床。连接零件在钢轨和钢轨之间以及钢轨和轨枕之间起着一个连接作用。

2. 线路的标志

线路标志是地铁线路上所设表示建筑物及设备的状态或位置，以及表示地铁各级管理机构管界范围的标志。常见的有以下几种：

（1）百米标、公里标、半公里标

用来表明地铁线路的计算里程，从地铁线路的起点开始计算的连续里程。公里标安设在整公里的地方，半公里标安设在半公里的地方，均埋设在计算里程方向线路的左侧，距轨头外侧不小于2m处，双线区段埋设在列车运行方向的左侧。站内一般车站可设在最外线路的外侧，区段站及其以上的车站可设在正线与到发线之间，有站台时可设在站房一

侧，并在钢轨上明显处标示。

表示方法：

例：百米标：18 +40；　　百米数 + 米　　即：18 百米 +40 米

　　公里标：K17 +251　　公里数 + 米　　即：K17 公里 +251 米

计算：

百米标（18 +40）：（18 ×100 +40）米 =1840 米

公里标（K17 +251）：（17 +251/1000）公里 =17. 251 公里

桥梁和隧道内不设公里标和半公里标。

（2）曲线标

设在曲线的中部，上面标明圆曲线、缓和曲线以及曲线半径的长度，外轨超高与轨距加宽度，如图 1-1 所示。

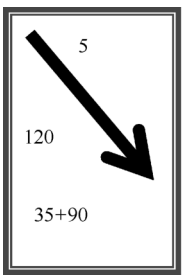
曲线号：33
半径：800
缓和曲线：20
曲线全长：6512
超高：45

图 1-1　曲线标

圆曲线和缓和曲线始终点标，在标志上分别写明缓圆、圆缓或直缓、缓直字样，表明其对应的方向是直线、缓和曲线或圆曲线。车站内安设的要求同公里标；在桥梁上用木板或铁板写好挂在人行道栏杆上；在隧道内用油漆写于隧道边墙上。

（3）坡度标

坡度标安设在变坡点处，其正面和背面分别标明两边的坡度和坡段长度值。箭头表示上坡或下坡，箭尾处数字表示坡度，下面数字表示坡段长度，侧面标明变坡点的里程，如图 1-2 所示。



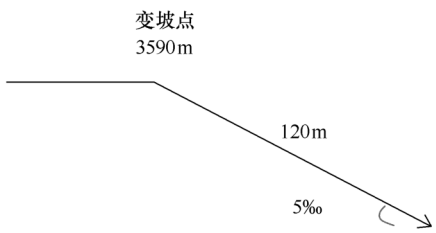


图 1-2　坡度标

图 1-2 中，变坡点在 3590m；坡度为 5‰；箭头为下坡道；坡长为 120m。

3. 正线、渡线、折返线、联络线及专用线

（1）正线

连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路。正线分为区间正线和站内正线。站内正线兼作到发线。城市轨道交通系统的正线均采用上、下行分行，一般实施右侧行车惯例。

（2）渡线

又称作横渡线、过渡线、转辙段，是指由两个单开道岔组成的连接两条平行线路的连接设备，使行驶于某路线的列车可以换轨至另外一条路线。该类轨道通常会配有一组至多组的转辙器。渡线一般用以连接两相反方向的平行轨道，使得列车得以掉头、倒车，甚至驶入对向轨道以避开障碍物。然而有时，渡线也能连接两条相同方向的轨道（通常用于一条是快车轨，一条是慢车轨的一组轨道），如图 1-3 所示。

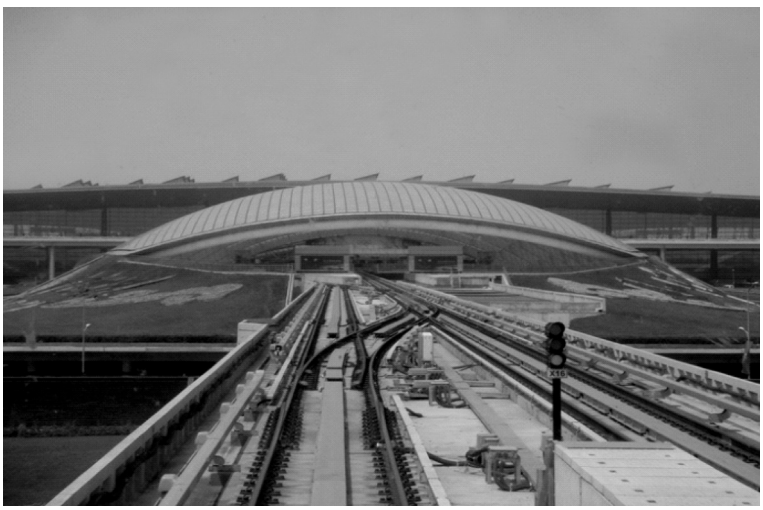


图 1-3　渡线

（3）折返线

在线路两端终点站或者准备开行折返列车的区间站设置的专供列车折返调头的线路。折返线按折返方法的不同分为以下几种：

1）环形折返线。俗称灯泡线，如图 1-4 所示。

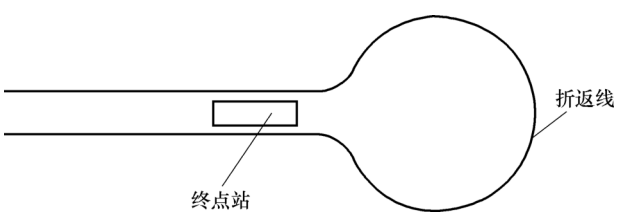


图 1-4　环形折返线

环形折返线是将端点折返作业转化为沿一个环形单线区段运行的作业，有利于列车运行速度发挥，消除了因折返作业而形成的线路通过能力限制条件，提高了效率，是有利的折返方法。缺点：占地面积较大，投资较高；环线折返丧失了一端停车维护保养检查的机动线路，对车辆技术要求高，对运行组织要求更高；线路机动性下降，线路延伸可能性甚微，一般只适用于线路较短、线路延伸可能较小且该端点站又往往在地面的情况。

2）尽端折返线可分为单线折返、双线折返与多线折返等不同布置办法，如图 1-5、

图 1-6 所示。利用尽端线折返的办法，弥补了环形折返线折返的不足：使端点站既可有效组织折返（如双折返线可明显降低折返时间），又可各有停车线供故障停车、检修、夜间停车等作业使用。对于线路延伸也十分方便，比较适合于地下结构的端点站，以及线路较长或有延伸可能，土地不宜多占用的情况。

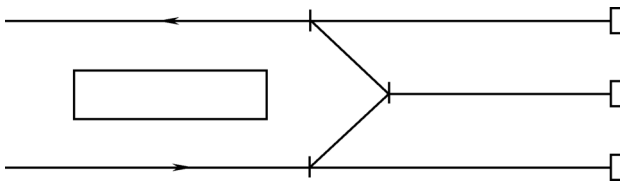


图 1-5　单线折返

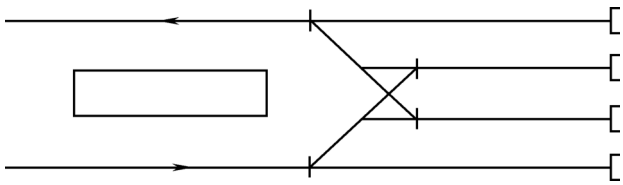


图 1-6　双线折返

（4）联络线

连接两条独立运营的线路或正线与车辆段的线路。

联络线因连接的轨道交通线往往不在一个平面上，因此有较大的坡道与较小的曲线半径，列车运行速度不可能很高。如果在地下建设，施工难度较大，投资也随之加大，如图 1-7所示。

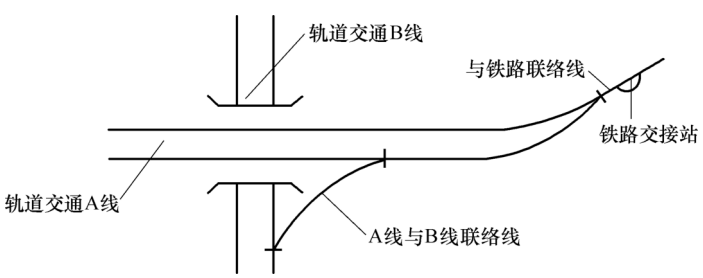


图 1-7　联络线布置示意图

（5）专用线

在区间或站（段）接轨，通向地铁以外单位的线路，且该线路未设有车站。

4. 限界

限界是保障地铁安全运行、限制车辆断面尺寸、限制沿线设备安装尺寸、确定建筑结构有效尺寸的图形。根据不同的功能要求，地铁限界分为车辆限界、设备限界和建筑限界。

（1）车辆限界

车辆限界是指车辆在直线地段正常运行状态下的最大动态包络线，如图 1-8 所示。所谓正常运行是指一系悬挂和二系悬挂在正常弹性范围内、易损件磨耗不过限等。高架或地面线车辆限界易受风载荷的影响，在计算时需要考虑。

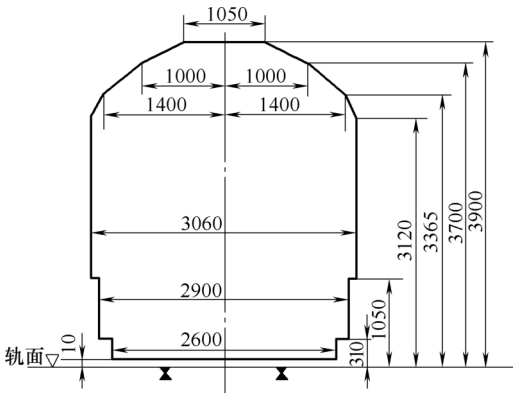


图 1-8　B 型车车辆限界

（2）设备限界

设备限界是车辆在运行途中一系悬挂或二系悬挂发生故障状态时的动态包络线，用以限制安装设备不得侵入的一条控制线。

（3）建筑限界

建筑限界是在设备限界基础上，考虑了设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。建筑限界中不包括测量误差、施工误差、结构沉降、位移变形等因素。

1.2.2　道岔

道岔是一种使机车车辆从一股道转入另一股道的线路连接设备，通常在车站、车辆段大量铺设。有了道岔，可以充分发挥线路的通过能力。即使是单线地铁，铺设道岔，修筑一段大于列车长度的叉线，就可以对开列车。

道岔的表示方法：分为双线表示法（见图 1-9）、中心线表示法（见图 1-10）及中心线加开通方向（见图 1-11）表示法。

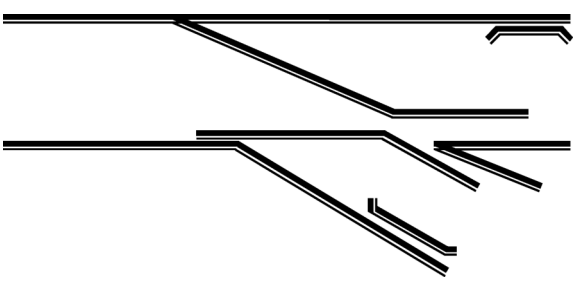


图 1-9　双线表示法

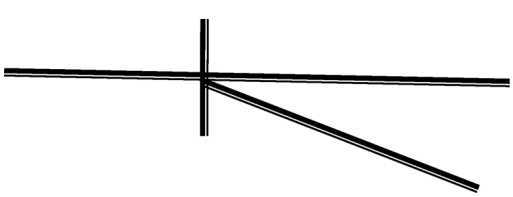


图 1-10　中心线表示法

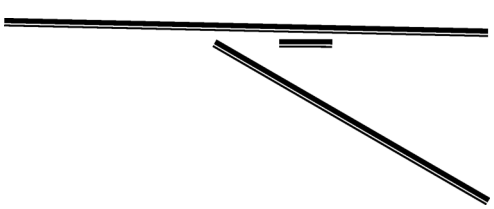


图 1-11　中心线加开通方向表示法

道岔的定位与反位：

定位：开通直股或经常开通的位置；

反位：开通侧向或不经常开通的位置。

顺向道岔：使列车先经过岔心，后经过尖轨的道岔；逆向道岔：使列车先经过尖轨，后经过岔心的道岔；挤岔：列车顺向经过道岔且道岔位置不正确，列车车轮挤过道岔使尖轨与基本轨分开；掉道：列车逆向经过道岔且道岔处于四开状态，车轮一个在直轨上，一个在曲轨上，由于轨距加大造成车轮脱离钢轨。

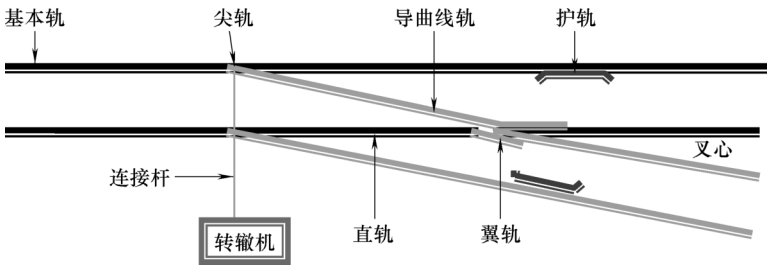


图 1-12　道岔

道岔分类：既然有单开道岔（single turnout），就有双开道岔（equilateral turnout）、三开道岔（three-way turnout）以及多开道岔（复式交分道岔）等。

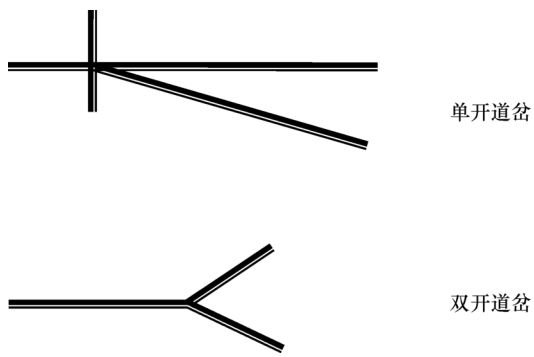


图 1-13　单开与双开道岔

单开道岔：单开道岔是把一条轨道分支为两条或两条以上的轨道，使机车车辆由一条线路转往另一条线路的基本设置。道岔号码使用辙叉号来表示的，叉心两边工作边的交角，称之为辙叉角，辙叉角的余切值称之为辙叉号数。道岔是特殊的轨道设备，不仅影响列车运行安全，而且使用寿命也比其他设备短，现场的养护维修工作量大。我国最常用的单开道岔，其主线为直线，侧线由主线向左或向右岔出，也称左开道岔和右开道岔，其数量占各类道岔总数的 90% 以上，如图 1-13 所示。

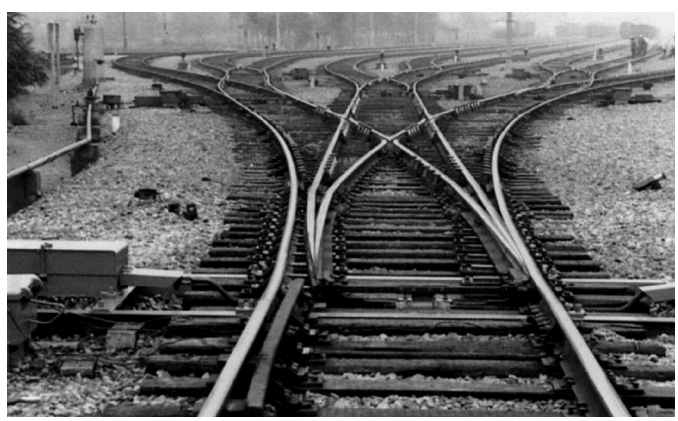


图 1-14　三开道岔实物

双开道岔：双开道岔的组成和单开道岔基本相同，也是通向两个方向的道岔，其与单开道岔的区别在于，双开道岔的前进方向是一左一右，成“人”字型，而单开道岔的前进方向为一直一侧，成“卜”字型，如图 1-13 所示。

三开道岔也是道岔的一种，三开道岔是指一个方向通向三个方向的道岔，它由一股直线钢轨、两股曲线钢轨、两对尖轨、三副辙叉组成，中间辙叉的心轨理论尖端在中线上。当地形条件限制，不可能有足够的长度来排列两组单开道岔时，才采用三开道岔。通常在编组站、货场、机务段内铺设。三开道岔如同 Ψ 形，如图 1-14 所示。

双开道岔、三开道岔及复式交分道岔示意如图 1-15 所示。

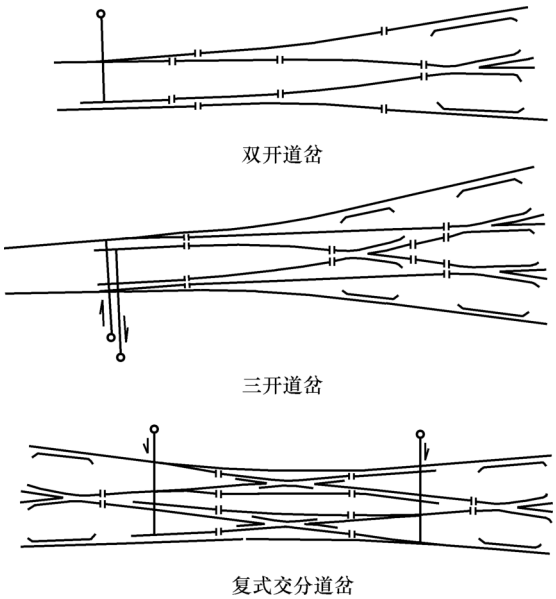


图 1-15　道岔

道岔代号：道岔各有其代号，比如 9 号道岔、12 号道岔、18 号道岔等等。这个代号可不是随便排列的，它实际上代表了辙叉角（α）的余切值，也就是辙叉心部分直角三角形两条直角边的比值，即 $N = \cot\alpha = FE/AE$，N 就是道岔号。显而易见，辙叉角 α 越小，N 值就越大，导曲线半径也越大，列车侧线通过道岔时就越平稳，允许过岔速度也就越高。所以采用大号道岔对于列车运行是有利的。不过，事物总有它的两面性，道岔号数越大，道岔越长，造价自然就越高，占地也要多得多。因此，采用什么号数的道岔要因地制宜，因线而异，不可一概而论。

道岔编号原则：从列车到达方向起，由正线开始编号，上行为双号、下行为单号；尽头式线路，向线路终点方向顺序编号；对称式的折返线，以上行列车到达方向为主顺序编为双号、另一侧编为单号，其号码与上行一侧相对应。

股道编号原则：

车站从正线起顺序编号，上行为双号、下行为单号；到发线设在正线之间者，由地铁公司确定，但编号应大于正线；折返线靠近上行正线者为双号，靠近下行正线者为单号，但编号应大于到发线。图 1-16 所示为道岔编号举例。

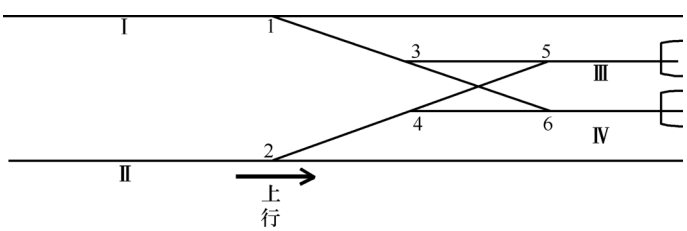


图 1-16　道岔编号

道岔的控制与管理

1. 道岔的控制

为保证接发列车及调车作业的顺利进行，将道岔与有关信号机或闭塞设备建立起一种

相互联系、相互制约的联锁关系，由车站负责管理、统一操纵。分为集中控制、现场手动两种。

（1）集中控制道岔

电气集中联锁的道岔或微机联锁的道岔，由车站值班员通过控制台集中操纵，实现电动控制；实行调度集中时，可将沿线各道岔统归一处，由行车调度员集中操纵。

（2）现场手动道岔

当电气集中设备发生故障、转辙机停电，不能集中控制时可转为现场手动控制。利用手摇把靠机械传动来转换道岔，使道岔开通于列车运行所需的位置。

具体操作见表 1-1。

表 1-1　手动道岔作业标准

作业内容	行车值班员	扳　道　员	操 作 流 程
布置进路（准备工作）	布置扳道员：准备 xx 次 x 道至 x 道进路	复诵：准备 xx 次 x 道至 x 道进路	扳道员携带套筒、手摇柄、锁头及钥匙、对讲机至现场，根据值班员的指令。确认道岔位置并向行车值班员汇报。扳道员根据车站值班员的命令，将需手动的道岔套筒锁打开，拧开开闭器，将道岔手摇至规定位置，用钩锁器锁闭。然后将进路上所有道岔检查一遍，确认所有道岔开通位置正确
听取汇报	复诵：xx 次 x 道至 x 道进路好	向行车值班员汇报：xx 次 x 道至 x 道进路好	值班员再次与扳道员核对对进路上所有道岔开通位置是否正确
布置接车	行车值班员在收到邻站报来的列车开点后布置扳道员：xx 次开过来了，x 道接车	复诵：xx 次开过来了，x 道接车	扳道员在接车位置，面向来车方向，显示红色停车信号接车，确认列车整列到达后，回收信号，向行车值班员汇报
听取汇报	填写（行车日志）		

在进行人工操作道岔时，应严格按照“一看、二扳、三确认、四显示”的要求操作道岔。一看现场情况、位置、尖轨与基本轨有无异味，二根据车站值班员布置将道岔手摇到所需位置，三确认道岔操作到位并锁闭，四根据车站值班员命令向驾驶员显示信号。

（3）人工加锁

当转辙机机械锁闭失去控制时，可进行人工加锁。人工加锁的方法：将道岔摇至规定位置；将钩锁器夹在基本轨与尖轨密贴一侧的钢轨底部；拧紧上锁，钥匙由手摇道岔人员保管好。

2. 道岔清扫的规定

1）由车站指定专人或者班组定期清扫擦拭，每月 3 次；

2）控制权应在车站控制条件下，并有专人在室内监视控制台；

3）擦拭道岔人员要穿好绝缘鞋，带防护用具及有关备品；

4）无关人员不得进入道岔区段；

5）要施放小木楔进行防护；

6）室内值班员不经现场清扫人员同意不得随意转动道岔；

7）需要转动道岔时，现场人员应与室内值班员取得联系说明道岔号码以及位置，并等待现场人员离开后进行；

8）清扫完毕后，应清理现场，清点工具，撤除木楔；

9）室内值班员要进行试验，确认设备良好后，应急时通知信号人员加封。

1.2.3 信号与通信设备

为保证行车作业安全和提高行车作业效率，车站应设置信号设备、联锁设备和通信设备。

（1）信号设备

车站信号设备通常有出站信号机、发车表示器、防护信号机和阻挡信号机等。

（2）联锁设备

车站联锁设备在道岔、信号机、进路之间建立起一种相互制约的联锁关系，是保证列车站内运行或折返作业安全的设备。联锁设备设置在有道岔车站，分电气集中联锁设备和微机联锁设备两种类型。

（3）通信设备

用于车站行车作业的通信设备主要有站间行车电话、集中电话和无线调度电话等。

1. 信号

（1）基本概念

1）信号：通过不同颜色、位置、形式不停地向列车指示运行条件，向调车人员发出的指示和命令。

2）信号作用：保证列车运行与调车作业的安全，提高列车通过能力。

3）信号分类：

① 按声光方式分为视觉信号和听觉信号。

视觉信号：以信号的颜色、形状、位置和显示数目表达某种意义。

听觉信号：以不同器具发出的音响及其音响的长短、次数表达某种意义。

② 按动静方式分为手信号、移动信号和固定信号。

手信号：用信号灯、信号旗或者徒手现实的信号。

列车手信号：用以指挥列车运行时使用的手信号。

调车手信号：仅在调车工作中，由调车指挥人员指挥调车作业时使用的手信号。

移动信号：当线路发生故障或者在站内及区间进行施工临时禁止列车驶入时，应在所有可能来车的方向一端设置移动停车信号牌进行防护，要求开来的列车立即停车。

固定信号：安装在某一个固定的位置长期起作用，来指示列车运行和调车工作的

信号。

③ 按使用时间分为昼间信号、夜间信号和昼夜信号。

④ 按设置位置分为机车信号和地面信号。

4）显示制度：地铁采用三显示加一个防护区段的显示制度。即红、红、黄、绿的显示制度，如图 1-17 所示。

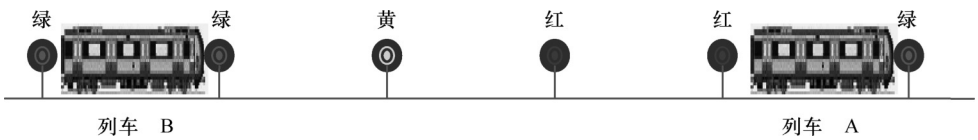


图 1-17　信号显示

5）地铁信号机的种类及信号灯的表示：三显示信号机；两显示信号机；单显示信号机。

6）信号机内外方：信号机防护的一方为内方，反之为外方。

7）信号机前后方：能看到信号机显示的一方为前方，反之为后方。

8）固定信号机分类：按其用途分为进站信号机、出站信号机、防护信号机、阻挡信号机、预告信号机、通过信号机、调车信号机及区间分界点信号机等。

9）信号机定位显示：是指在未准备进路、未开通敌对进路；线路上无列车、车辆及其他障碍物时，信号机经常保持的显示状态。

10）信号标志：信号标志主要有警冲标、警示标、分界标、限速标、停车位置标五种。

11）信号机故障：信号机灯光熄灭、显示不正确或不明了等，使行车人员不明确列车运行条件的现象。

12）信号故障：信号机、联锁设备、闭塞设备之一发生故障。

13）进行信号：允许列车运行的信号。

14）禁止信号：禁止列车运行的信号。

15）机车信号：在司机室内装设机车信号或车载信号，是通过轨道电路不间断地接收地面信号机的显示，给司机提示运行条件。

16）进路表示器：防护、调车信号机所防护的进路运行的方向有两个及以上时，该信号机装设进路表示器（最多 2 个），用以指示列车的运行方向为侧向。

17）主体信号：直接防护某段线路或者闭塞分区的信号。

18）分界标：设于超速防护自动闭塞区段的两个闭塞区间之间分界点处，安装在右侧墙上。

19）绝对禁止信号：当列车遇到信号机显示红灯、灭灯或者显示不明了时，停车以后不再发出指示，绝对不允许列车越过的信号机。

20）绝对允许信号：当列车遇到信号机显示红灯、灭灯或者显示不明了时，停车以后但经过一段时间（20s）的确认后，可以限速越过该信号机，凭次一信号机的显示要求运行。

（2）各种信号机的名称、设置地点、作用及注意事项（见表 1-2）

表 1-2　各种信号机的名称、设置地点、作用及注意事项

序号	名称	设置地点	作　　用	注意事项
01	进站信号机	车站入口处	1. 指示列车能否由区间进入车站，在站内不具备接车条件时，不准列车进站。 2. 指示列车进站后的运行条件是停车或是通过	两显示带引导信号
02	出站信号机	车站正线出口处	1. 指示列车在站内的停车位置 2. 作为列车占用区间或者闭塞分区的行车凭证	两显示不带引导信号
03	防护信号机	道岔前方	1. 向列车司机提示道岔状态及位置，指示列车运行方向 2. 锁闭该信号机进路上的有关道岔及敌对信号 3. 防护闭塞区间，确保调车作业的顺利进行及行车安全	1. 两显示带引导信号 2. 防护逆向道岔时带进路表示器
04	阻挡信号机	调车进路末端	反向阻挡信号机：指示调车车列通过道岔区段后的停车位置 顺向阻挡信号机：通常情况下随列车运行自动变换显示，起通过信号机的作用 办理调车作业时，人为关闭使之成为阻挡信号机	一个常红灯两显示不带引导信号
05	预告信号机	进站、防护、分界点等信号机前	复示进站、防护、分界点等信号机的显示，以使司机掌握其后方信号机的状态	三显示信号机没有定位显示
06	进站兼防护	道岔前方车站的入口处	既有进站信号机的功能，又有防护信号机的功能	1. 两显示带引导信号 2. 防护逆向道岔时带进路表示器
07	出站兼防护	道岔前方车站的出口处	既有出站信号机的功能，又有防护信号机的功能	1. 两显示不带引导信号 2. 防护逆向道岔时带进路表示器
08	出站兼阻挡	车站正线出口处	通常情况下起出站信号机的作用 办理调车作业时，人为关闭使之成为阻挡信号机	1. 为顺向阻挡信号机 2. 办理正常发车进路时为出站信号机显示绿灯；办理调车进路时为阻挡信号机显示红灯

（续）

序号	名称	设置地点	作　　用	注意事项
09	引导信号	进站、防护、调车信号机机柱上	当设备故障或者其他原因使信号机不能开放，在符合接、发车条件或者调车条件时，可以开放引导信号，指示列车运行条件	1. 引导信号月白色灯光 2. 开放引导信号需要人工确认、人工操作 3. 信号机显示红灯时，引导信号才能开放。红灯 + 月白色灯光
10、11	车载信号进路表示器	列车司机驾驶室内所防护进路运行方向有两个及以上的防护信号机上	用以指示列车的运行方向	以车载信号为主体信号，绿灯和白灯同时点亮

2. 联锁设备

（1）基本概念

1）联锁：为保证行车安全，通过技术方法使信号、道岔和进路间建立的一种相互联系、相互制约的关系。

2）联锁设备：为保证联锁关系的实现而建立的设备。

3）前方站：对列车运行而言，列车前方将要到达的车站。

4）后方站：对列车运行而言，列车将要离开或已经离开的车站。

5）进路：列车、调车列车在站线范围内运行所经过的路径。

6）接车进路：接入列车时，由站管线起至进站信号机止的线路。

7）发车进路：发出列车时，由出站信号机起至站管线止的线路。

8）敌对进路：两条或两条以上的进路，有一部分相互重叠或交叉有可能发生机车、列车冲突的进路。

9）冲突：列车、车辆之间或者与其他设备发生冲撞而引起的各种行车事故。

（2）联锁的基本原则

列车、调车进路上所有道岔扳动到所需位置后，防护此进路的信号机才能开放；

当防护这一进路的信号机开放后，这一进路的所有道岔全被锁闭，不能再扳动；

当某一进路上的信号机开放后，所有敌对进路的信号机全被锁闭，不能开放。

1.3　城市轨道交通行车组织原则、规章与法律

铁路运输系统规章制度较完善，有铁道部制定的《铁路技术管理规程》、《行车事故处理规则》等全国性的规章制度。城市轨道交通全国性文件有建设部颁布的 2005 年 8 月 1

日起施行的《城市轨道交通运营管理办法》。目前，主要由各城市轨道交通主管部门或运营公司根据城市的具体情况制定相应的运行安全规章制度。

各城市轨道交通管理部门应根据城市轨道交通系统特征、所在城市的地理气候环境等要素特征，制订详尽的运行安全规章制度，使系统各部门、各单位各岗位有章可循。运行安全规章制度可以体现在各种管理规章制度的相关条例中。

1.《行车组织规则》

各城市轨道交通企业，一般根据设备功能、设备技术状况、列车运行、行车组织原则、设备检修等编写适合本城市轨道交通的《行车组织规则》，其主要内容有以下几个部分：

（1）第一部分总则

该部分内容主要说明运营服务的宗旨，各单位、各部门必须坚持安全生产的方针，贯彻高度集中、统一指挥、逐级负责的原则，紧密配合，协调动作，确保行车和乘客安全，完成各项工作任务。

（2）第二部分技术设备

该部分内容主要规定了机车车辆与建筑物的限界；线路的类型、地铁车站与区间的分界、线路的坡度与上下行方向规定等；通信与信号的设置与使用要求；车站的设置；供电模式与供电电压；电动车客车的组成与运行速度等。

（3）第三部分行车组织基本原则

该部分内容主要有：在正常情况下采用什么样的模式驾驶列车；行车的时间标准规定；地铁行车指挥组织与机构；列车车次的规定；信号设备管理；行车闭塞方法与联锁；工作站的操作规定等内容。

（4）第四部分列车运行

该部分内容主要有：列车运行模式；客车运行的准备和条件；客车出入车辆基地的组织方式；列车接发作业规定；客车运行中的操作；工程车开行规定；车辆与信号设备调试的规定等。

（5）第五部分设备检修施工

该部分内容主要有：设备检修施工组织；运营时间的设备抢修及非运营时间的施工组织原则等。

（6）第六部分非正常情况下的行车组织

该部分内容主要有：扣车规定；信号系统故障的处理与开放引导信号的规定；客车故障处理；救援列车的开行规定；特殊情况下的列车运行要求等。

（7）第七部分调车作业

该部分内容主要有：调车作业的领导与指挥；调车计划的编制、传达和变更；调车作业方法与调车速度的规定等。

（8）第八部分信号显示

该部分内容主要是有关信号的显示与要求。

（9）第九部分相关附录

这部分内容主要是对规则中有关名词术语及相关内容进行补充说明。

2.《车站行车工作细则》

各地铁运营车站都要根据其作业要求编制《车站行车工作细则》，其主要内容有以下几个部分：

（1）第一部分车站概况

这部分内容主要是车站的位置、性质、等级和任务。

（2）第二部分技术设备

这部分内容主要有：股道与道岔；信号、联锁与闭塞设备；客运设备；自动售检票系统设备；通信、照明与供电等设备。

（3）第三部分车站行车组织工作

这部分内容主要有：正常运营期间以及非正常情况下车站行车办法；电气集中控制台操作规定；列车转线作业有关要求。

（4）第四部分检修、施工管理

这部分内容主要有：施工计划；车站施工登记的作业程序；检修施工管理办法；车站线路的清扫与道岔的保养等有关规定。

（5）第五部分车站运输组织工作

这部分内容主要规定了车站客运组织机构形式与行车值班员交接班制度。

复　习　题

1. 简述城市轨道交通系统行车组织特点。
2. 列举反映轨道交通行车组织设备。
3. 描述线路的基本结构有哪些。
4. 说出道岔的编号原则。
5. 简述行车组织原则。

第 2 章

列车自动控制技术介绍

教学目标

1. 陈述列车运行图概念
2. 识读列车运行图
3. 了解行车闭塞法的种类及各种行车闭塞法的列车运行规则
4. 简述 ATO（列车自动驾驶）模式、AR（列车自动折返）模式、SM（受监控的人工驾驶）模式、RM（受限制的人工）模式、URM（不受限制的人工驾驶）模式

2.1 列车运行图的概念及编制要求

2.1.1 列车运行图的基本概念

列车运行图是列车运行的基础。列车运行图规定了各次列车在各区间的运行时分和各站到发及通过时刻的图解形式。在我国，列车运行图是以纵轴表示距离，横轴表示时间，以斜直线和规定符号表示各种列车的运行线。它能直观地显示列车在时间和空间上的关系、列车在各区间的运行及在各车站停车或通过的状态，而提供给乘客的列车运行图是以列车时刻表的形式对外公布的。

在运输生产过程中，列车运行图是一个综合性计划。它规定了线路、车站、车辆、信号、通信、机电等多种技术设备的综合运用，这就要求多个部门和工种协调配合才能完成日常运输任务。因此，各个行车有关部门通过列车运行图将整个运输生产活动联系成一个统一的整体，在保证合理与安全运营的前提下，按照列车运行图的需要制订各自的生产计划，并按照一定的程序进行工作，共同保证列车安全与正点运营。另外，它也是联系运营企业与乘客的纽带，是乘客安排个人出行计划的依据。

综上所述，编制一张经济合理的列车运行图，对于充分利用轨道交通设备的能力，满足各时期、各时段乘客运输的需求，使运能与运量很好地结合，既能方便旅客出行的需要，又能使企业获得最佳的经济效益，具有重要的意义。

1. 列车运行图的识别

（1）列车运行图的含义及分类

列车运行图（见图 2-1）是利用坐标系原理表示列车运行的一种图解形式。它是表示列车在各区间和各站运行状态的二维线条图。在列车运行图上有横线、竖线及斜线三种线。在我国各部分的含义如下：

1）横坐标。表示时间，按要求用一定的比例进行时间划分。

2）纵坐标。表示距离，根据区间实际里程，采用规定的比例，以车站中心线所在位置进行划分。

3）垂直线。一簇平行的等分线，表示时间等分段。

4）水平线：即横线，是将纵轴按一定比例加以划分，代表各个车站的中心线，一般称作站名线，通常中间站的车站中心线可以用细线条表示，换乘站、折返站和终点站则以较粗线条表示。它的确定主要有以下两种方法：一种是按区间实际里程比例确定。即按照整个区段各个车站实际里程的比例来确定站名线的位置。采用这种方法，列车运行图上的站间距能完全反映实际情况，能明显表示出站间距的大小。但是由于各区间线路和横纵断面的不同，列车运行的速度也不相同，列车在整个区段的运行线是一条折线。这样画出来的列车运行图非常不美观，而且不利于发现区间运行时分上的差错，所以城市轨道交通企业一般不采用此种方法；另一种方法是按区间运行时分比例确定。即按照整个区段内各车站间列车运行时分的比例来确定站名线的位置。采用这种方法，虽然不能表示出站间距的大小，但是在列车运行图上的运行线基本上是一条斜直线，这样既美观，又可以直观地发现列车在区间运行时分上的差错，因此，在实际工作中，通常采用按区间运行时分比例确定车站中心线的方法。

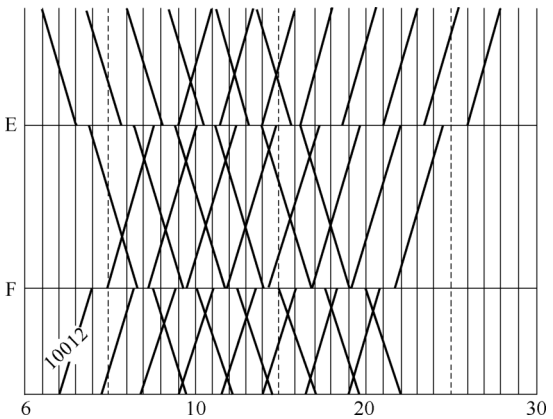


图 2-1　列车运行图

5）斜线。列车运行的轨迹，即运行线。一般以下斜线表示下行列车，上斜线表示上行列车。一般情况下，地铁上下行是按照往北是上行，往南是下行；往东是上行，往西是下行；内圈为上行，外圈为下行进行规定的。

6）车次。列车运行图上为区别列车种类、性质和运行方向，对每列列车规定了车次或代号。一般来说，首位表示运行方向，上行为偶数，下行为奇数。第二位表示列车种类，最后两位顺序编号：0-4 为计划客运列车，即 2001-2499，1001-1499；5 为临时客运列车，即 2501-2599，1501-1599；6 为调试列车，即 2601-2699，1601-1699；7 为救援列车即 2701-2799，1701-1799；8 为回空列车，即 2801-2899，1801-1899；9 为施工列车，即 2901-2999，1901-1999。

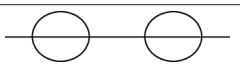
根据横纵坐标表示的变量不同，目前企业所运用的运行图主要有两种形式：一种是横坐标表示时间，纵坐标表示距离；另一种是横坐标表示距离，纵坐标表示时间。目前大多数企业采用前一种形式。

（2）列车运行图的有关符号

列车运行图是记录列车运行实际情况的图表，它采用不同的线条和符号表示列车运行的有关信息。

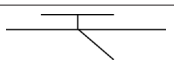
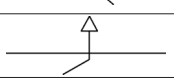
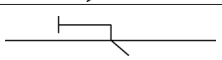
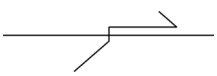
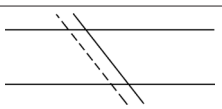
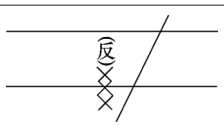
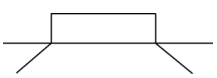
1）列车运行图上的列车运行线符号见表 2-1。

表 2-1　列车运行图上的列车运行线符号

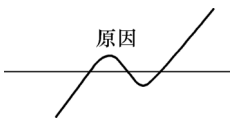
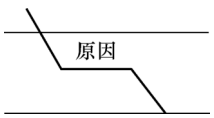
列 车 种 类	符　　号	说　　明
客运列车		红色实线
临时加开列车		红色虚线
专运列车		红色实线加箭头
排空列车		红色实线加圆圈
救援列车		红色实线加叉
调试列车		蓝色实线
施工列车		黑色实线

2）列车运行图上的有关表示符号见表 2-2。

表 2-2　列车运行图上有关表示符号

序号	列车运行图上的表示符号	表 示 意 义
1		列车始发
2		列车终到
3		列车由邻线转来
4		列车开往邻线
5		列车合并运行时，在红色实线下方加红色虚线
6		列车反方向运行时，在反方向运行区间的运行线上填写车次及“反”字
7		列车折返
8		列车不停站通过，在列车运行线上方加带箭头的红色短实线

（续）

序号	列车运行图上的表示符号	表 示 意 义
9		列车停站超时，图解实际站停时间，并注明原因
10		列车在区间停车，图解停车时间，并注明原因

注：列车早点红笔画圈，圈内注明早点时分。列车晚点蓝笔画圈，圈内注明晚点时分，晚点原因应简略注明。且有关施工、封锁线路、设备故障、控制权下放等要在运行图中注明事项和原因。

（3）列车运行图的格式

为适应不同的列车运行需要，列车运行图按照时间的划分而不同。主要有以下 4 种基本格式：

1）一分格运行图。它的横轴以 1min 为单位用竖线进行等分。此种运行图主要在地铁、轻轨线路上采用。

2）二分格运行图。它的横轴以 2min 为单位用竖线进行等分。此种运行图主要在市郊轨道交通线路上采用。

3）十分格运行图。它的横轴以 10min 为单位用竖线进行等分，并且在运行图上需标注 10min 以下的数字。此种运行图主要在轨道交通运输企业采用。

4）小时格运行图。它的横轴以 1h 为单位用竖线进行等分，并且在运行图上标注 60min 以下的数字。此种运行图主要在编制旅客列车方案图、机车周转图时采用。

（4）列车运行图的分类

根据线路的技术设备、列车运行速度、上下行的列车数量、列车运行方式的不同，列车运行图可以分为不同的类型。

1）按区间正线数目不同分类

① 单线运行图。在单线区段上，上下行方向的列车都在同一正在线运行，两个方向的列车必须在车站进行交会。单线运行图多数在运量不大的市郊轨道交通上运用。

② 双线运行图。在双线区段上，上下行方向的列车分别在各自的正在线运行，两个方向的列车运行互不干扰。绝大多数地铁、轻轨都采用此种类型的运行图。

③ 单双线运行图。单线区段和双线区段分别按照单线和双线运行图的特点铺画运行图。

2）按列车的运行速度不同分类

① 平行运行图。在同一区段内，同一方向的列车运行速度相同，因此运行图中列车运行线是相互平行的，并且在该区段内列车无越行。一般地铁、轻轨所用运行图都是此种类型。

② 非平行运行图。列车运行图中铺画有不同速度和不同类型的列车，因此运行图中的运行线相互不平行。在城市轨道交通系统中，市郊轨道交通会采用此种类型运行图。

3）按上下行列车数量不同分类

① 成对运行图。在这种运行图上，上下行两个方向列车的数目是相等的。

② 不成对运行图。在这种运行图上，上下行两个方向列车的数目是不相等的。

城市轨道交通上下行列车数目基本相等，大都采用成对运行图，只有在上下行方向运量不相等的个别区段，才采用不成对运行图。

4）按列车运行方式不同分类

① 连发运行图。在这种运行图上，同方向列车的运行是以站间区间为间隔的。在单线区段采用这种运行图时，在连发的一组列车之间不能再铺画对向列车。

② 追踪运行图。在这种运行图上，同方向列车的运行是以闭塞分区为间隔，一个站间区间内允许几列列车同时运行。目前，大多数地铁、轻轨采用这种追踪运行图。

以上分类，都是针对列车运行图的某一特性进行区分的。实际上，每张列车运行图都有若干方面的特点。

2. 列车的基本概念

列车的种类：列车根据其性质、用途不同分为专用列车、客运列车、临时加开列车、调试列车、救援列车、回空列车、施工列车。

列车等级：为正确制定列车运行计划，掌握列车运行，按列车的性质规定各类列车级别，分为第一类专用列车，第二类客运列车和临时加开列车，第三类调试列车，第四类回空列车，第五类施工列车，另外救援列车可根据情况优先开行。

列车交路：列车的运行区段及运行方式，列车的顺序及折返时间。

列车晚点：列车在出发或到达时超过列车计划运行图所规定的时间。

列车赶点：为使晚点列车恢复正点或因运行调整要求，缩短列车区间运行时分或停站时间。

列车运行正点率：在一定时间内，正点运行的列车数占列车总数的百分比。

列车到达时刻：以列车在车站规定位置停稳时的时刻为准。

列车出发时刻：以列车由车站起动不再停车的时刻为准。

推进运行：司机在列车中部或最后部操纵列车运行的方式。

3. 列车运行图的基本要素

根据列车运行图的特殊性，可以将列车运行图分为不同的种类。而列车运行图的共性，则是组成列车运行图的各项基本要素。这些要素的实质就是把列车的运行过程中按空间或时间上衔接的特征划分为若干单项作业。在编制列车运行图之前，首先要确定这些基本要素。

列车运行图包含很多要素，这里主要介绍列车区间运行时分、列车停站时分、列车折返时分、调车时分、追踪列车间隔时间等。

（1）列车区间运行时分

指相邻两个车站之间的运行时间标准。即列车由某站起动不再停车，按规定速度运行

至另一站完全停稳这一系列作业所需要的时间。这个时间的确定是以牵引计算为理论依据，并结合查标和列车试运行的方法进行确定。在实际运行中，由于列车性能、列车重量、驾驶员驾驶熟练程度的不同等原因，实际的区间运行时分与牵引计算值之间存在一定误差。但随着时间的推移，在适当的条件下，可以对列车区间运行时分进行修正，以达到充分发挥各项设备能力的目的，来满足运营的需要。

（2）列车停站时分

指列车在中间站办理乘客乘降作业所需要的停车时间标准。列车停站时间应在满足客运组织的前提下，尽可能地压缩，以提高线路通过能力和旅行速度。

影响列车停站时间的因素主要有：车站上（下）车人数；平均上（下）一个乘客所需时间，该项时间取决于车辆的车门数及车门宽度、车厢内的座椅布置方式和站台长度；车辆开（关）门时间标准；确认车门关门状态时间与信号显示时间、驾驶员反应时间等。停站时间标准首先由设计单位根据客流预测，制定出各站不同的停站时间标准。现北京地铁对客流较大的车站、轮乘站及换乘站的停站时分一般定为 1min，其他中间站停站时间定为 30s。

（3）列车折返时分

列车折返是指列车到达终点站后转线运行，即列车行驶到终点站后必须由一条线转到另一条线继续行驶。折返时分的确定不仅是列车运行图中的一个重要因素，而且是实际行车组织工作中非常重要的一环。列车折返能力直接决定着一条线路的通过能力。列车折返时分的确定也要根据折返线设置的不同、折返方式的不同进行分别计算。目前，列车折返方式主要有站前折返和站后折返两种。站后折返是利用站后尽端的折返线进行折返，站前折返是利用站前渡线进行折返。不同折返方式所进行的作业不同，导致列车折返时分也不同。列车折返由下面不同作业过程组成：

① 车到达终点站后的清人，即全部乘客下车，车门关好。

② 办理列车进库的进路，信号开放。

③ 乘务人员确认信号。

④ 列车起动运行至库内停稳。

⑤ 乘务员进行转向操作的时间。

⑥ 办理出库进路，开放信号。

⑦ 乘务人员确认信号。

⑧ 列车由库内起动运行至规定停车位置停稳。

⑨ 乘客上车，关好门发车。

（4）调车时分

指办理调车作业所需要的时间标准。这里所讲的调车时分，主要是指列车从车辆段运行至正线车站的时间。这段时间主要包括列车在车辆段与正线防护信号机间的运行时间、列车在正线防护信号机与列车始发站间的运行时间。

（5）追踪列车间隔时间

在采用自动闭塞、超度防护自动闭塞线路的一个站间区间内，同方向有两列列车以闭

塞分区为间隔运行，称为追踪运行。追踪运行的两列列车在运行过程中相互不受干扰的最小间隔时间称为追踪列车间隔时间。追踪列车间隔时间的大小、与信号类型、列车性能、线路状况、行车组织方法等因素有关，但是随着科学技术的不断发展，能够实现更小的列车间隔的移动闭塞是城市轨道交通发展的趋势。

（6）列车出入车辆段停车库时分

列车出入车辆段停车库时分是指列车停车库运行至出段信号或由进段信号运行至停车库的运行时分标准。该时分标准虽没有直接出现在列车运行图上，但在编制过程中应充分考虑到这一时分标准，主要目的是确定列车交替出入段间隔时间及列车连续出段间隔时间标准，所以该时间标准必须认真确定。

（7）列车出入车辆段作业时间

列车出入车辆段作业时间是指列车在弃段（小站台）与正线防护信号间的列车运行时分，列车在正线防护信号与开始发站间列车运行时分，以上运行时分可依据设计部门提供的理论牵引计算实际查标测算相结合的方法最终确定。

（8）车站连发间隔时间

在双线区段，自列车到达并发出或通过前方接车站时起，至由车站向该区间再发出另一同方向列车时止的最小间隔时间称为车站的连发间隔时间。在地铁只是在按电话闭塞方法办理行车时，考虑这一因素。地铁各站区间的列车运行时分是不相同的，所以电话闭塞所需最短间隔是取站间运行时分最大的，加上车站连发间隔时间。它对决定此闭塞方式的通过能力有着十分重要的意义。

（9）车站间隔时间

车站间隔时间是指在车站上办理两列车的到达、发出或通过作业所需要的最小间隔时间。在地铁线路上，当车站存在列车运行的敌对进路时，两列车的接或发必须依次进行，因此需要计算确定车站间隔时间。

计算确定车站间隔时间时应考虑的主要因素如下：

① 列车运行速度；

② 信号、联锁、闭塞设备类型；

③ 接近车站线路的平面、纵断面情况；

④ 车站办理作业时间；

⑤ 行车组织方法。

车站依次接发列车存在先接后接、先接后发、先发后发和先发后接四种组合。

（10）营业时间

地铁营业时间就是对外开放并运送乘客的时间。

轨道交通系统营业时间的安排主要考虑了以下因素：

① 满足城市经济文化生活的需要，方便乘客，即考虑城市居民出行活动的特点；

② 满足各项设备性能状况的允许条件；

③ 车辆检修及养护的要求；

④ 满足各条运营线的衔接；

⑤ 运营线路的各种尾工施工。

根据资料个别城市是 24h 运营，如美国的纽约和芝加哥。适当延长运营时间，是轨道交通系统提高服务水平的具体体现之一。

（11）接触轨停送电时间

电动客车的牵引力是来自电力，在保证首、末车在内的全部列车正常运行并停放到规定位置所需的送电停电时间即为停送时间。为保证安全，地铁对送电、停电时间都有统一的规定。为节省人力、物力，应使送电时间尽量接近于营业开始时间，同样，停电时间也应尽量接近于营业结束时间。

4. 数量要素

数量要素是地铁列车运行图的重要条件因素，是客观存在的，这些数量指标，它直接影响列车运行图的全部内容。

（1）客流

客流是规划城市轨道交通网络、安排工程项目建设顺序、设计车站规模及确定车站设备容量的依据，也是城市快速轨道交通系统安排运力、编制运输计划、组织行车和分析运营效果的基础。

客流是指在单位时间内，线路上乘客流动人数和流动方向的总和。客流概念既表明了乘客在空间上的位移及其数量，又强调了这种位移带有方向性，具有起讫位置。客流可以是预测客流，也可以是实际客流。

（2）全天客流分布

即不同方向、不同时间、不同区间在一天内客流数量的变化称之为全天客流分布。没有客流分布，就无法编制出符合客观规范的列车运行图，更无法做到合理地使用运力，达到车流吻合的目的。所以要编好列车运行图就必须掌握客流分布这一数量要素。客流分布这一数量要素主要来源于客流调查，但必须在此基础上对调查资料进行综合的整理、分析，充分考虑到必然因素和偶然因素的影响程度，从而找出规律性的东西，作为编制列车运行图的重要依据。

（3）断面客流量

断面客流量是指在单位时间内，通过轨道交通线路上某一地点的客流量。这里单位时间可以是一昼夜，一小时或其他的时间单位，通过某一地点的客流量就是通过该点所在区间的客流量。断面客流量可分为上行断面客流量和下行断面客流量。

（4）最大断面客流量

在单位时间内，通过轨道交通线路上各个断面的客流量一般是不均衡的。最大断面客流量是指最大客流断面的客流量。上、下行方向的最大客流断面一般不在同一个断面上。最大断面客流量通常按高峰小时最大断面客流量和全日最大断面客流量计算，高峰小时最大断面客流量和全日最少断面客流量一般也不在同一个断面上。

（5）高峰小时最大断面客流量

在以小时为单位计算断面客流量的情况下，分时断面客流量最大的小时称为高峰小时。轨道交通线路的高峰小时一般出现在早晨和傍晚，称为早高峰小时和晚高峰小时。高

峰小时最大断面的客流量是指高峰小时最大客流断面的客流量。高峰小时最大断面客流量是编制列车运行图的重要依据，也是行车组织和车站设备容量确定的一项基础资料。

（6）要求满载率

要求满载率是列车实际载客人数与列车定员之比，通常用百分数表示。要求满载率是编制的列车运行图实施后最大断面客流量预计达到的列车满载率。它是有关部门根据客流、运力、通过能力等情况，经过权衡后提出的能保证列车安全的满载率指标。如果实际满载率大于要求满载率，轻者会造成列车过分拥挤，致使列车晚点，并给乘客带来不便，重者会造成运营秩序的紊乱及乘客人员的安全。所以当发生这种情况时，应重新编制新的列车运行图。如果实际满载率小于要求满载率时，将造成运力上的浪费。所以在编制列车运行图时，既要充分考虑到经济效益，也要充分考虑到社会效益。

（7）平均满载率

平均满载率概念充分反映了列车运行图安排运力与运量之间的相互关系。这个概念也是衡量运量与运力是否匹配的重要标准之一。从地铁 30 多年运输实践来看，平均满载率在 50% ~55% 间为理想状态，56% ~60% 间为允许状态，超过 60% 为危险状态。

（8）平均运距

从平均满载率这个公式中出现了平均运距概念，平均运距就是乘客的平均乘车距离，这是通过客流调查计算得出的。作为一个时期乘客的平均距离，但随着时间的推移、城市布局的变化，客流分布也会随之变化，乘客的乘车距离也会发生变化，所以平均运距也会发生变化，就需要定时定期做重新调整。

（9）可提供电动客车组数

电动客车是编制地铁列车运行图的物质基础。车辆部门所能提供的质量良好运用车组数，是编制列车运行图的限制条件。车辆段配备电动客车组数是根据设计的运输能力而配置的，这个数我们称为该段拥有电动客车组数。为了保证电动客车的质量，保证正常运营，确保行车安全，除了满足运行图所需电动客车组和一定数量的预备车外，还要安排不同的车辆修程，这就是每天要安排一定数量的车组进行维修。所以编制列车运行图时，一定要根据可提供电动客车数来编制，当发生可提供电动客车组数和客流矛盾时，一定要及时向有关部门及领导汇报，必要时要调整修程安排，以满足运行图的需要。但当车辆部门可提供电动客车不能满足运行图需要时，在编制运行图时，可在保证乘务员不超时劳动的情况下增加电动客车的运用圈数。高峰运力不足时，则需要客运部门采取一系列限流措施，以保证运营安全。

（10）运用车回段组数及库停时间：编制列车运行图时是根据不同时段的客流分布确定列车间隔，所以，一天内使用的电动客车组数是不同的，低峰时运用列车回段组数的多少取决于高低峰客流的不均衡系数，如该系数趋向于 1 时，回段的列车组数就越少。从列车回段时起至再出段时止，为运用列车回段库停时间，该时间确定取决于以下几个方面：

① 全天高峰时间的长短；

② 电动客车状况；

③ 乘务制度的不同；

④ 运用车的连续走行公里的限制。

（11）电动客车连续运用圈数

电动客车连续运用圈数是电动客车连续运行而不入段进行检修作业所连续走行的公里数。在铁路上使用连续车公里，在北京地铁 5 号线因列车是从上行转下行折返往复运行，在 2 号线则是转圈运行的。所以地铁习惯于用运用圈数表示，和连续运用走行公里是一致的。

（12）车站吞吐能力

车站吞吐能力是指车站在单位时间内所能出入并安全实现乘降的乘客人数。车站吞吐能力对客流高峰时的列车密度及开行列数有限制意义，即当列车开行列数已满足客流需要时，就要根据车站吞吐能力限制列车的开行。当客流量很大，而运力也可以满足，但车站吞吐能力不能满足时，也就不能随意增加运力。

5. 相关要素

相关要素所含的内容较为广泛，涉及面较大，对编制列车运行图有直接影响，也可以说是密切相关的。而且很多问题都是管理方面的问题。所以，编制列车运行图时必须给予充分的考虑。当然这种考虑必须是在满足时间及数量两大要素的前提下所考虑的。

（1）与路面公共交通的衔接

城市公共交通是一个密不可分的整体。而地铁是城市公共交通的组成部分，乘客出行往往需要换乘几次车，既要乘坐地铁，又要乘坐公共电汽车，所以地铁运行图必须力争和其他公共交通工具进行衔接。编制地铁列车运行图除了根据客流安排列车间隔外，还要根据火车站的列车到开和公共电汽车的始发站和终点站的位置，了解到地铁沿线公共电汽车的末班车时间，从而合理安排开行列车，给乘客提供方便。

（2）电动客车检修作业的要求

编制列车运行图要与电动客车检修作业相协调，以保证电动客车处于良好的状态，保证其正常投入使用。所以每次编图都要根据车辆部门的检修要求，在满足客运任务的前提下，妥当地安排列车回段进行检修。这就要根据列车的连续走行公里安排一定的时间进行检修。回段检修时间的长短直接体现在以下三个方面：

① 车辆质量问题，目前北京地铁的电动客车种类较多，大部分经过长期服役，车况不是很稳定；

② 检修技术水平较低。

③ 管理水平比起先进的管理方式还有一定距离。

（3）调试列车开行

电动客车每当完成规定的修程后，都要以静态和动态调试方式进行试运行，确认达到规定指标后，才能投入运营线上载客运行。另外，列车在运行中发生较大故障时，经修复后也是要进行调试的。根据设计要求，调试列车应在试车线上进行调试，而不应到运营线路上进行调试，这是因为既影响运营秩序，又影响安全。由于是调试列车，不能保证在各区间按规定速度运行，所以往往会影响客运列车的运行。为了不使调试列车造成以上问题，就需要保证客运列车与调试列车之间有足够的间隔才行。随着客流的日益增长，客运

列车的密度也随之加大，调试列车的开行已成为一个亟待解决的大问题。

（4）乘务制度

乘务制度是车辆段根据车辆运用的特点对乘务人员的出乘作出相应的规定。乘务制度的不同不仅影响列车运行图的编制，更重要的是给运营组织带来很大的影响。北京地铁乘务制度已由原来落后的包乘制改为轮乘制，轮乘制的实施在不同程度上减少了一些编制列车运行图的制约因素。目前，轮乘制还处于不断完善优化的过程。

（5）行车组织办法

行车组织办法的制定是保证安全运行和提高运输效率的关键，它取决于以下几个方面：

① 采用的闭塞方式；

② 特殊地带的特殊规定；

③ 各种行车设备的能力。

（6）存车线存车能力

存车线存车能力是指在一条运营线上作为中间站具有存放车的配线多少及数量，这个能力是编制运行图时应十分注意的一个问题。存车能力越大，编制列车运行图的灵活性就越大。

（7）区间及车站通过能力

区间及车站通过能力（含折返能力）是影响地铁通过能力的主要原因之一。通过能力即每小时实际开行列车数不能超过每小时通过能力所允许开行的最多列车数。编制列车运行图时，必须对通过能力要有全面衡量，以求合理确定列车间隔。在客流大、通过能力又不允许开行更多列车时，则应考虑其他技术措施，以增加运输能力。

（8）轨道车的开行

轨道车的开行是指一天内在客运列车之前开行的列车，主要目的是出于安全考虑对线路的试运行。

（9）其他因素：影响列车运行图编制的相关要素除上面讲的之外，还有一些其他因素，都会给运行图的编制和实施带来影响。因此，要求平时在日常行车组织工作中，不断积累和总结影响列车正常运行的问题，从中找出规律性的东西，作为今后编制列车运行图的新要素来考虑。

2.1.2 列车运行图的编制

随着城市轨道交通客运量的不断增长，尤其是当轨道交通形成网络之后，客运量的增长日益显著，同时运输市场不断发展变化，各项新技术、新设备的使用和运输组织工作的不断改进，列车运行速度的不断提高，因此每经过一定的时期，就要重新编制一次列车运行图。

1. 编图要求

列车运行图的编制应符合以下要求：

1）确保行车安全。列车运行图应符合各种行车规章的有关规定，严格遵守行车作业

程序和时间标准。

2）合理运用设备。列车运行图应充分利用线路的通过能力，达到运力与运量的匹配，在满足客流需要的同时，注意提高车辆满载率和旅行速度。

3）优化运输产品。列车运行图应根据客流的特点，开行运行间隔、编组数量、站停次数和旅行速度不同的列车，以吸引客流。列车运行图应合理规定列车的到达、出发时刻，合理规划停站时间、缩短乘客出行时间。另外，应注意与其他交通运输工具的相互衔接配合。

4）配合站段工作。列车运行图应安排列车均衡交错到达换乘站，使车站作业能力比较均衡。合理安排各种列车。

2. 列车运行图的编制步骤

列车运行图的编制由运营管理部门负责组织，一般经过以下步骤完成：

1）按要求和编制目标确定编制列车运行图的注意事项。

2）收集编图数据，对有关问题组织调查研究和试验。

编图资料主要有：全线各区段分时班次计划，列车最小运行间隔，列车在区间计划运行时分，列车在各站的计划停站时间，列车在折返站/折返在线的折返及停留时间，列车出入车辆段的时间标准，可用列车或动车组的数量，换乘站能力及其使用计划，首班车时间和末班车时间，列车交路计划，供电系统作业标准及计划，乘务组工作制度、乘务组数量及工作时间标准，现行列车运行图执行情况分析及改进意见，沿线设备运用及进路冲突数据等。

3）编制列车运行方案图。编制列车运行方案图是列车运行图编制工作中一项十分重要的工作。它主要为了解决以下问题：

① 方便乘客。方便乘客是衡量城市轨道交通运输企业服务水平的一个重要标志，具体表现为乘客时间的节约。因此，在编制列车运行方案图时，要认真排定头班车和末班车的发、到时刻，并注意与其他交通工具的衔接配合；合理规定列车停站站名、停站时间以及列车在区间内的运行时间，以提高运行速度和减少旅客乘车时间；换乘站应安排好列车的到发时刻，使几条线路列车合理地衔接配合、减少乘客在车站的换乘时间。

② 经济合理地使用车辆。在车辆不足或客流量增长较快的情况下，充分挖掘潜力，加速车辆周转，对城市轨道交通运输有着重大的意义。减少运用车组数可以采用适当压缩列车在折返站的停留时间，合理安排列车回段检修等方法。

③ 列车运行与车站客运作业过程的协调。在运营高峰时间，通常行车密度比较大，在采用岛式站台的车站上，如两个方向或几个方向的列车同时到达，会造成车站内的拥挤。因此，为避免车站客运组织工作出现困难，在铺画列车运行方案图时，应安排不同方向的列车在车站交错到达。

④ 列车运行与车辆段有关作业的协调。在城市轨道交通中，车辆的列检作业是必须考虑的问题之一。在保证有足够作业时间的同时，也要尽可能使各个车组在列车运行图上连续运行的周期数大体均衡。

a. 征求调度部门、行车和客运部门、车辆部门意见，进行必要调整。

b. 根据列车运行方案，铺画详细列车运行图，编制列车运行时刻表和编制说明。

在一分格的列车运行图上铺画每一条列车运行线，即根据列车运行方案图和有关资料，详细规定列车在每个车站的到达、出发和通过时刻，以及在区间的运行时分和折返站折返时间等。在铺画详图时，可以按照需要对方案图所拟定的列车运行线进行适当的调整。

c. 编制分号运行图。为适应运量波动需要应编制分号运行图，一般来说，城市轨道交通列车运行图可以按照周一到周四、周五、周六 ~ 周日、十一黄金周等情况进行分号编制，以适应不同运量的需要。

d. 列车运行图编制质量的检查。列车运行图编制完成后，必须对列车运行图进行全面的质量检查。检查的主要内容有：运行图上铺画的列车数和折返列车数是否符合要求；列车运行线的铺画是否符合规定的各项作业时间标准；换乘站的列车到发密度是否均衡；列车乘务员的工作和休息时间是否符合规定的时间标准等。

e. 计算列车运行图指标。通过检查确认的运行图满足规定的要求之后，还要计算列车运行图的各项指标。主要有：列车列数和折返列车数、旅客输送能力、高峰小时运用列车数、全日车辆总行走公里、车辆日均行走公里、车辆全周转时间、车辆周转时间、技术速度、旅行速度、满载率、列车正点率、平均运距等。

f. 将编制完毕的列车运行图、时刻表和编制说明报有关部门审核批准执行。

3. 实行新图前的准备工作

列车运行图经过最后批准后，为了保证新图能够正确、顺利的实行，必须在实行新图前进行以下准备工作：

1）发布实施新图的命令。

2）印刷并分发列车运行图和列车时刻表。

3）拟定执行新图的技术组织措施。

4）组织有关人员学习新图。

5）根据新图的规定，组织各站段修订《行车工作细则》。

6）做好车辆和驾乘人员的调配工作。

2.2 行车闭塞法

2.2.1 行车闭塞法概述

1. 概述

（1）行车闭塞法的概念

两站之间的线路称为区间。列车在区间运行，必须区间空闲，而且必须杜绝其运行线路对向和同向同时有列车运行的可能，因此，地铁列车的运行使用闭塞法：即为防止列车在区间发生冲突或追尾事故，使列车按照空间间隔或时间间隔安全运行的技术方法。闭塞

原则就是保证同一区间或闭塞区间内，同时只允许一列列车占用。

（2）行车闭塞法的作用

控制轨道车辆与轨道车辆之间保持一定安全距离，以保证轨道车辆安全运行。

（3）区间行车组织的基本方法

为了保证轨道车辆的安全运行，必须将两轨道车辆分开。到目前为止，普遍采用的方法是隔离法。隔离法有两种形式：一种是空间间隔法；另一种是时间间隔法。在正常情况下，一般采用空间间隔法。

1）空间间隔法。在轨道交通正在线，每隔相当距离设立一个车站、自动闭塞通过信号机，这样把正线划分为若干个区间，在同一时间里、同一空间内只准许一列列车运行的办法。

2）时间间隔法。实际上是一种不确切的空间间隔法。即在一个区间内，用规定的时间将同方向运行的轨道车辆彼此间隔开运行，以达到轨道车辆之间的空间间隔。由于时间间隔法没有设备上控制，容易发生人为的行车事故，安全性较差。所以，时间间隔法不能确保行车安全，原则上不采用该方法，只有在特殊情况（如临时性的缓和轨道车辆堵塞、事故起复后的车流疏散、一切电话中断时的行车等）下采用。

（4）闭塞区间的划分

区间与站内的划分，是行车组织工作的一项重要内容，也是划定责任范围的依据。列车进入不同地段时必须取得相应的凭证或准许，在我国，列车占用区间的凭证通常为车站出站信号机的准许显示或目标点和速度码。在城市轨道交通线路上，采用的闭塞方式不同，闭塞区间的划分也不相同。闭塞区间的划分如图 2-2 ~ 图 2-5 所示。

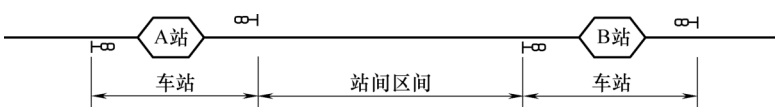


图 2-2　单线线路区间的划分

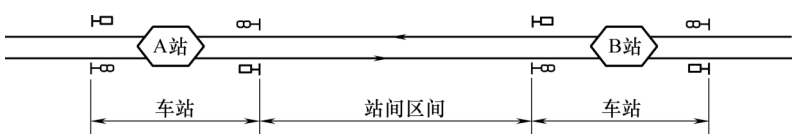


图 2-3　双线线路区间的划分

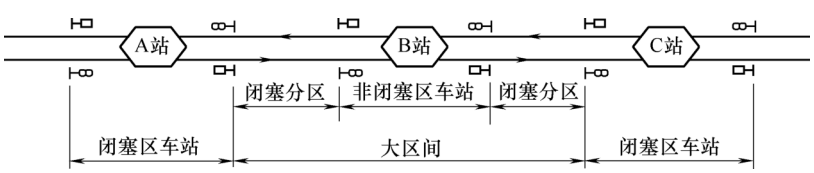


图 2-4　双显线路自动闭塞分区的划分

图 2-5　移动闭塞线路闭塞分区的划分

采用站间闭塞时，在单线上，以两个车站的进站信号机机柱的中心线为车站与区间的分界线；在双线或多在线，分别以各线路的进站信号机机柱或站界标的中心线为车站与区间的分界线。两站间的线路区段称为站间区间。

采用大区间闭塞时，并非所有的车站都是闭塞区间的分界点，通常根据作业需要将某些大站（或重要车站）设置为闭塞区车站，两闭塞区车站之间的线路区段称为大区间，其他车站则为大区间内的闭塞分区分界点。

采用移动闭塞时，是以同方向保持最小运行间隔的前行列车尾部和追踪列车头部为活动闭塞区间的分界线。

（5）闭塞制式的实现

闭塞就是用信号或凭证来保证列车按照空间间隔制运行的技术方法。空间间隔制就是前行列车和追踪列车之间必须保持一定距离的行车方法。从各种不同的角度闭塞可以有各种不同的分类，总的来说，可分为站间闭塞和自动闭塞两大类。

1）站间闭塞。站间闭塞就是两站间只能运行一列列车，其列车的空间间隔为一个站间。按技术手段和闭塞实现方法又可分为电话闭塞、路签闭塞、路牌闭塞、半自动闭塞、自动站间闭塞等。

电话闭塞是一种最终的备用闭塞。路签和路牌闭塞在我国已经淘汰。

半自动闭塞就是人工办理闭塞手续，列车凭信号显示发车后，出站信号机自动关闭的闭塞方法。其特征为：站间只准走行一列列车；人工办理闭塞手续；人工确认列车完整到达和人工恢复闭塞。

自动站间闭塞就是在有区间占用检查的条件下，自动办理闭塞手续，列车凭信号显示发车后，出站信号机自动关闭的闭塞方法。其特征为：有区间占用检查设备；站间区间只准走行一列列车；办理发车进路时自动办理闭塞手续；自动确认列车到达和自动恢复闭塞。

2）自动闭塞。自动闭塞就是根据列车运行及有关闭塞分区状态自动变换信号显示，而驾驶员凭信号行车的闭塞方法。其特征为：把站间划分为若干闭塞分区，有分区占用检查设备，可以凭通过信号机的显示行车，也可凭机车信号或列车运行控制的车载信号行车；站间能实现列车追踪；办理发车进路时自动办理闭塞手续，自动变换信号显示。

从保证列车运行而采取的技术手段角度来看，自动闭塞可分为传统的自动闭塞和装备列车运行自动控制系统的自动闭塞两大类。

① 传统的自动闭塞：传统的自动闭塞属固定闭塞的范畴，一般设地面通过信号机，装备有机车信号，保证列车按照空间间隔制运行的技术方法是用信号或凭证来实现的。传统自动闭塞通常就称自动闭塞，在此因为要与装备列车运行自动控制系统的自动闭塞以区

分，故冠以传统的自动闭塞之称。目前，传统的自动闭塞一般适用于列车最高运行速度在160km/h 及以下，它可分为三显示自动闭塞、四显示自动闭塞和多信息自动闭塞。

② 装备列车运行自动控制系统的自动闭塞：列车运行自动控制系统（简称为列控系统）保证列车按照空间间隔制运行的技术方法是靠控制列车运行速度的方式来实现的。

从闭塞制式的角度来看，装备列车运行自动控制系统的自动闭塞可分为固定闭塞、准移动闭塞（含虚拟闭塞）和移动闭塞 3 类。称为准移动闭塞，说明它还不是完全移动闭塞，所以有时仍把它归入固定闭塞。

a. 固定闭塞。列控系统采取分级速度控制模式时，采用固定闭塞方式。运行列车间的空间间隔是若干个闭塞分区，闭塞分区数依划分的速度级别而定。一般情况下，闭塞分区是用轨道电路或计轴装置来划分的，它具有列车定位和占用轨道的检查功能。固定闭塞的追踪目标点为前行列车所占用闭塞分区的始端，后行列车从最高速开始制动的计算点为要求开始减速的闭塞分区的始端，这两个点都是固定的，空间间隔的长度也是固定的，所以称为固定闭塞。

b. 准移动闭塞。准移动闭塞式的列控系统采取目标距离控制模式（又称连续式一次速度控制）。目标距离控制模式根据目标距离、目标速度及列车本身的性能确定列车制动曲线，不设定每个闭塞分区速度等级，采用一次制动方式。准移动闭塞的追踪目标点是前行列车所占用闭塞分区的始端，当然会留有一定的安全距离，而后行列车从最高速开始制动的计算点是根据目标距离、目标速度及列车本身的性能计算决定的。目标点相对固定，在同一闭塞分区内不依前行列车的走行而变化，而制动的起始点是随线路参数和列车本身性能不同而变化的。空间间隔的长度是不固定的，由于要与移动闭塞相区别，所以称为准移动闭塞。

虚拟闭塞是准移动闭塞的一种特殊方式，它不设轨道占用检查设备，采取无线定位方式来实现列车定位和占用轨道的检查功能，闭塞分区是以计算机技术虚拟设定的，仅在系统逻辑上存在有闭塞分区和信号机的概念。虚拟闭塞除闭塞分区和轨旁信号机是虚拟的以外，从操作到管理等，都等效于准移动闭塞方式。虚拟闭塞方式非常有条件将闭塞分区划分得很短，当短到一定程度时，其效率就接近于移动闭塞。

c. 移动闭塞。移动闭塞是全球铁路及轨道交通信号界公认的最先进的信号系统，国际上已有不少城市开始采用移动闭塞。这种新技术对现有的城市轨道交通列车控制系统进行更新，我国武汉轨道交通 1 号线、广州地铁 3 号线等线路也采用了移动闭塞。该技术的应用，对保证行车安全、缩短列车运行间隔、提高线路通过能力均起到了重要作用，也给运营部门带来良好的经济效益和社会效益。因此采用移动闭塞方式是城市轨道交通发展的一种趋势。

城市轨道交通列车间隔控制（即闭塞）均由列车运行自动完成，故为自动闭塞。由于采用了列车自动控制（ATC）系统，各个轨道区段（即闭塞分区）均不设通过信号机，而由车载列车自动保护（ATP）系统予以显示。也没有铁路那样专用的闭塞设备的概念，闭塞作用由 ATP 系统完成。

准移动闭塞和移动闭塞 ATC 系统可以实现较大的通过能力，对于客运量变化具有较

强的适应性，可以提高线路利用率，具有高效运行、节能等作用，并且控制模式与列车运行特性相近，能较好地适应不同列车的技术状态，其技术水准较高，具有较大的发展前景。虽然固定闭塞 ATC 系统技术水准相对较低，但由于可满足 2min 通过能力的行车要求，且价格相对低廉，因此也宜选用。根据实际情况，因地制宜选择 3 种不同制式的 ATC 系统是完全必要的。

2. 传统自动闭塞

（1）传统的自动闭塞设备概况及工作原理

1）设备概况

自动闭塞是依靠运行中轨道车辆自动完成闭塞作用的一种设备，将两端车站的区间正线划分为若干个闭塞分区，每个闭塞分区的起点设备一个通过色灯信号机进行防护。由于每个闭塞分区都装设轨道电路，因而能够准确反映轨道车辆的运行情况和钢轨的完整与否，并及时通过色灯信号机显示出来，向接近它的轨道车辆指示运行条件。因为出站信号机的关闭与通过色灯信号机的显示变化是随着轨道车辆的运行通过轨道车辆自动控制的，不需要人工操纵（但出站信号机的开放一般仍由车站值班员在排列进路时完成，只有当连续放行通过轨道车辆时，才改由轨道车辆运行控制），所以称为自动闭塞。

下面以三显示自动闭塞区段为例，介绍自动闭塞设备概况。车站值班室设有操纵台，操纵台上装有各种表示灯、信号机复示器及操作按钮等设备。

可见，处在自动闭塞区段的车站其控制台上除有站内线路、信号机的有关表示处，还有邻近车站的两个闭塞分区的占用情况表示，即第一、第二接近及第一、第二离去，以使车站值班员了解轨道车辆在临近车站闭塞分区的运行情况。出站信号机的开放受第一、第二离去占用的限制。车站值班员在开放出站信号机发车前，应确认第一、第二远离分区的空闲情况。根据轨道车辆性质和闭塞分区占用情况，才能开放出站信号机。

2）工作原理

每一个闭塞分区构成一个独立的轨道电路。当分区内无轨道车辆占用时，轨道继电器有电吸起。当轨道车辆在闭塞分区 1G 内运行时，由于轨道继电器 1GJ 被轨道车辆的轮对短接，它的前触点断开，继电器接通后触点，使 1 号信号机显示红灯。表示该闭塞分区有车占用。3G 内无车，使轨道继电器 3GJ 有电吸起，又因轨道继电器 1GJ 触点落下，使 3GJ 前触点闭合而接通 3 号信号机的电路，使 3 号信号机亮黄灯，表示它所防护的闭塞分区空闲，要求后行轨道车辆注意运行，前方只有 1 个闭塞分区空闲。5 号通过信号机由于轨道继电器 5GJ、3GJ 都在吸起状态，通过轨道继电器 5GJ 和 3GJ 的前触点闭合绿灯电路而亮绿灯，准许后行轨道车辆按规定速度运行，前方至少有两个闭塞分区空闲，其余依此类推。当线路上的钢轨折断时，由于轨道电路断电，继电器失磁释放衔铁，使信号机显示红灯，所以能更好地保证行车安全。

（2）传统自动闭塞法的类型

1）三显示自动闭塞。

红色灯光：前方闭塞分区有车占用，停车，不准越过信号机。

黄色灯光：前方仅有 1 个闭塞分区空闲，减速通过。

绿色灯光：前方至少有 2 个闭塞分区空闲，按规定速度通过。

三显示自动闭塞在绿色灯光条件下，至少有 2 个闭塞分区空闲可供列车占用。因此，列车基本上是在绿色灯光或黄色灯光下运行，可以保持较高速度运行，或只需要短暂减速运行。它适合于客货列车混行的铁路系统。

2）四显示自动闭塞。

红色灯光：前方闭塞分区有车占用，停车，不准越过信号机。

黄色灯光：前方仅有 1 个闭塞分区空闲，低速列车减速通过。

绿黄色灯光：前方有 2 个闭塞分区空闲，高速列车减速通过。

绿色灯光：前方至少有 3 个闭塞分区空闲，按规定速度通过。

四显示自动闭塞保证列车在绿色灯光条件下运行，可以充分发挥列车运行速度，比较适合于较高速度的铁路区段或城市轨道交通系统。

3）多信息自动闭塞也称为多显示自动闭塞，是对四显示及以上自动闭塞的统称。多于四显示时，往往地面通过信号机不具备多显示的条件，而以机车信号显示为主。

（3）自动闭塞区间列车运行间距与发车间隔时间

前后列车在区间内运行间距越大，通过能力越差，但运行安全程度越高，列车的运行速度也可发挥到最佳点。同样，在自动闭塞区段，车站向区间按一定的间隔时间连续发生，发车间隔时间越长，线路通过能力就越低，但安全可靠性提高；发车间隔时间越短，则线路通过能力就越大，但必须保证续行列车与前行列车有安全的间隔距离，这个安全距离可以由自动闭塞的制式来决定。

由于自动闭塞每个闭塞分区均装有轨道电路，因此可以比较准确地表示前方列车的位置，继而向续行列车传输比较明确的速度指令，从而保证两个列车之间既有可靠的安全制动距离，又能保持最短的空间间距，以达到最大的通过能力。

3. 固定闭塞

固定闭塞将轨道划分为固定的闭塞分区，不论前车还是后车都是用轨道电路来监测的，所以系统只知道轨道车辆在哪个区段，并不知道轨道车辆的具体位置，轨道车辆的控制必然是分级的、阶梯式的。在这种制式中，需要向被控制列车“安全”传送的只是代表少数几个速度级的速度码。

固定闭塞方式无法满足提高系统能力、系统安全性和互用性的要求。

传统 ATP 的传输方式采用固定闭塞，通过轨道电路判别闭塞分区占用情况，并传输信息码，需要大量的轨旁设备，维护工作量较大，并存在较多缺点。

4. 准移动闭塞

准移动闭塞（也称为半固定闭塞）是介于固定闭塞和移动闭塞之间的一种闭塞方式。它对前、后列车的定位方式是不同的。前行列车的定位仍沿用固定闭塞的方式，而后续列车的定位则采用连续的或称为移动的方式。准移动闭塞可解释为“预先设定列车的安全追踪间隔距离，根据前方目标状态设定列车的可行车距离和运行速度，是介于固定闭塞和移动闭塞之间的一种闭塞方式”。

由于准移动闭塞同时采用移动和固定两种定位方式，所以它的速度控制模式，必然既

具有无级（连续）的特点，又具有分级（台阶）的性质。若前行列车不动而后续列车前进时，其最大允许速度是连续变化的；而当前行列车前进，其尾部驶过固定区段的分界点时，后续列车的最大速度将按“台阶”跳跃上升。

准移动闭塞在控制列车的安全间隔上比固定闭塞前进了一步。它通过采用报文式轨道电路辅之环线或应答器来判断分区占用并传输信息，信息量大；可以告知后续列车继续前行的距离，后续列车可根据这一距离合理地采取减速或制动，列车制动的起始点可延伸至保证其安全制动的地点，从而可改善列车速度控制，缩小列车安全间隔，提高线路利用效率。但准移动闭塞中后续列车的最大目标制动点仍必须在先行列车占用分区的外面，因此它并没有完全突破轨道电路的限制。

2.2.2 移动闭塞

移动闭塞是一种新型的闭塞制式。它不设固定闭塞区段，前、后两列车均采用移动式的定位方式。移动闭塞可解释为“列车安全追踪间隔距离不预先设定，而随列车的移动不断移动并变化的闭塞方式”。在城市轨道交通中，移动闭塞是一种采用先进的通信、计算机、控制技术相结合的列车控制技术，所以国际上习惯称为基于通信的列车控制（Communication Based Train Control，CBTC）系统。

移动闭塞可借助感应环线或无线通信的方式实现。早期的移动闭塞系统大部分采用基于感应环线的技术，即通过在轨间布置感应环线来定位列车和实现车载计算机与控制中心之间的连续通信。武汉轻轨一期和广州地铁3号线相继采用基于环线的移动闭塞技术。如今大多数先进的移动闭塞系统已采用无线通信系统实现各子系统间的通信，构成基于无线通信技术的移动闭塞。

1. 移动闭塞的概念

移动闭塞（Moving Block，MB）是相对于固定闭塞而言的。固定闭塞有固定的闭塞分区，移动闭塞与固定闭塞相比最显著的特点是取消了以通过信号机分隔的固定闭塞分区。列车间的最小运行间隔距离由列车在线路上的实际运行位置和运行状态确定，闭塞分区随着列车的行驶，不断地向前移动和调整，所以称为移动闭塞。

移动闭塞的线路取消了物理层次上的闭塞分区划分，而是将线路分成了若干个通过数据库预先定义的线路单元，每个单元长几米到几十米不等。移动闭塞分区即由一定数量的线路单元组成，单元的数目可随列车的速度和位置而变化，分区的长度也是动态变化的。

移动闭塞方式的列控系统采取目标距离控制模式（又称连续式一次速度控制）。目标距离控制模式根据目标距离、目标速度及列车本身的性能确定列车制动曲线，采用一次制动方式。移动闭塞的追踪目标点是前行列车的尾部，当然会留有一定的安全距离，后行列车从最高速开始制动的计算点是根据目标距离、目标速度及列车本身的性能计算决定的。目标点是前行列车的尾部，与前行列车的走行和速度有关，是随时变化的，而制动的起始点是随线路参数和列车本身性能不同而变化的。空间间隔的长度是不固定的，所以称为移动闭塞。其在追踪运行间隔上要比准移动闭塞更小一些，移动闭塞一般是采用无线通信和无线定位技术来实现的。

2. 移动闭塞的基本要素

在移动闭塞技术中，闭塞分区仅仅是保证列车安全运行的逻辑间隔，与实际线路并无物理上的对应关系，因此，移动闭塞在设计和实现上与固定闭塞有比较大的区别。其中列车定位（Train Position）、安全距离（Safety Distance）和目标点（Target Point）是移动闭塞技术中最重要的 3 个概念，可以称为移动闭塞的 3 个基本要素。

（1）列车定位

在固定闭塞和准移动闭塞中，有轨道电路或计轴等设备作为闭塞分区列车占用的检查，就能粗略地进行列车定位，再配以测速测距就能精确地进行列车定位，最多再加应答器校准坐标。

在移动闭塞中没有轨道电路等设备作为闭塞分区列车占用的检查，被控对象基本处于动态过程中，只有了解所有列车的具体位置、以何种速度运行等信息，才能实施对列车的有效控制，所以列车定位技术在移动闭塞系统中显得更为重要。

列车定位由地面设备和车载设备共同完成。列车定位信息的主要作用是：为保证安全列车间隔提供依据，CBTC 系统对在线的每一列车，能计算出距前行列车尾部距离，或距进站信号点的距离，从而对它实施有效的速度控制；作为列车在车站停车后打开车门以及屏蔽门的依据。

目前，在列车自动控制系统中得到应用的列车定位技术主要有测速定位法、查询—应答器法、交叉感应线圈法与卫星定位法。测速定位法的原理是在车轮外侧安装光栅，按车轮旋转次数与转角计算出列车的位移。查询—应答器法是在线路上按一定间隔设置应答器，应答器内存储了其所在位置的公里标，列车上的查询无线经过时读取位置信息。交叉感应线圈法是在线路上敷设轨道电缆，将轨道电缆每隔一定距离交叉一次，利用交叉回线，列车可测算出自己的位置。全球定位系统（Global Positioning System，GPS）和全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System，GNSS）都是利用导航卫星进行测时和测距，从而实现全球定位功能。

另外还有多普勒雷达法、无线扩频列车定位法、惯性列车定位法、航位推算系统定位法、漏泄波导法、漏泄电缆法等。

（2）安全距离

安全距离是后续追踪列车的命令停车点与前方障碍物之间的一个固定距离。障碍物可以是确认了的前行列车尾部的位置或者无道岔表示（道岔故障）的道岔位置。该距离是基于列车安全制动模型计算得到的一个附加距离，它保证追踪列车在最不利条件下能够安全地停止在前行列车的后方不发生冲撞。所以，安全距离是移动闭塞系统中的关键，是整个系统设计的理论基础和安全依据。

如图 2-6 所示，可以看出移动闭塞基本原理为：线路上的前行列车经 ATP 车载设备将本车的实际位置，通过通信系统传送给轨旁的移动闭塞处理器，并将此信息处理生成后续列车的运行权限，传送给后续列车的 ATP 车载设备。后续列车与前行列车总是保持一个“安全距离”。该安全距离是介于后车的目标停车点和确认的前车尾部之间的一个固定距离。在选择该距离时，已充分考虑了在一系列最坏情况下，列车仍能够被安全地分隔开来。

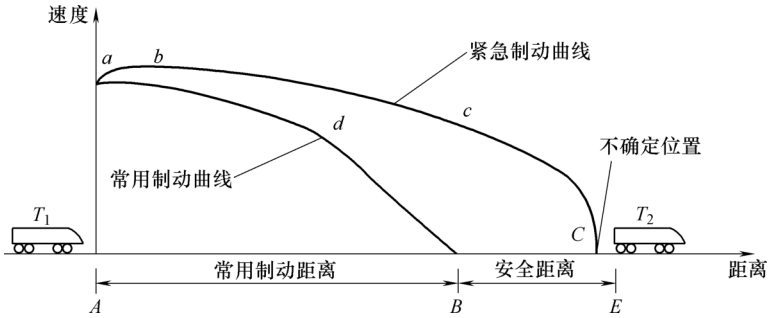


图 2-6　安全距离示意图

（3）目标点

目标点是列车运行的行车凭证，如同固定闭塞系统中的允许信号，列车只有获得了目标点，才能够向前移动。目标点通常是设在列车前方一定距离的某个位置点，一旦设定，即表明列车可以安全运行至该点，但不能超过该点。移动闭塞系统就是通过不断前移列车的目标点，引导列车在线路上安全运行。

3. 移动闭塞系统的组成和特点

（1）移动闭塞系统的组成

移动闭塞系统主要包括无线数据通信网、车载设备、区域控制器和控制中心等。图 2-7所示是典型的 CBTC 系统框图。地面和车载设备通过“数据通信网络”连接起来，构成系统的核心。

无线数据通信是移动闭塞实现的基础。通过可靠的无线数据通信网，列车将位置、车次、列车长度、实际速度、制动潜能和运行状况等信息以无线的方式发送给区域控制器；区域控制器追踪列车并通过无线传输方式向列车发送移动授权。车载设备包括无线电台、车载计算机和其他设备（如传感器、查询器等）。列车将采集到的数据（如机车信息、车辆信息、现场状况和位置信息等）通过无线数据通信网发送给区域控制器，以协助完成运行决策；同时对接收到的命令进行确认并执行。

目前，国内轨道交通行业主要采用的是 Seltrac MB 移动闭塞系统，如武汉城轨交通 1 号线是第一个开通的移动闭塞式 ATC 系统。

Seltrac 列车自动控制系统是阿尔卡特（Alcatel）公司研制的一套基于通信的列车自动控制系统，它采用移动闭塞原理，以电缆环线作为车地双向信息传输方式，集 ATP、ATS（列车自动监控）、ATO 于一身，实现对列车运行的安全控制。典型的 Seltrac 移动闭塞系统主要由 3 个控制层次、共 5 个子系统构成，如图 2-8 所示。

管理层由系统管理中心（SMC）子系统构成，主要实现 ATS 功能，对列车进行自动监督和实现调度管理。

操作层由列车控制中心（VCC）子系统构成，负责计算列车的安全运行间隔。它综合来自车载控制器（VOBC）的列车位置、速度、运行方向信息和来自车站控制器（STC）的轨旁设备（如道岔等）的状态信息，实现列车的运行和轨旁设备的联锁，达到在移动闭塞运行方式下控制列车安全运行的功能。

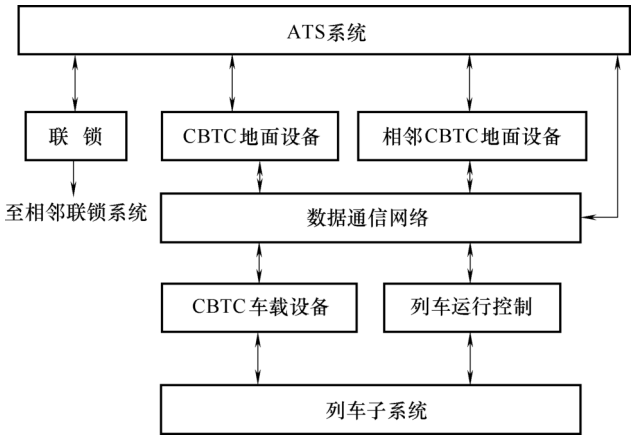


图 2-7　典型的 CBTC 系统结构

执行层由车站控制器（STC）、车载控制器（VOBC）和感应环线 3 个子系统构成，负责解释和执行 VCC 发来的控制命令，并向 VCC 报告所辖设备的状态信息。其中 STC 负责对轨旁设备（如道岔、计轴器、站台发车表示器、站台屏蔽门等）的控制和信息采集；VOBC 则对列车的运行进行控制并回馈列车的状态信息；而感应环线则是列车和 VCC 间通信的传输介质，同时系统利用环线电缆、环线电缆交叉以及 VOBC 中的转速计实现对列车的定位。

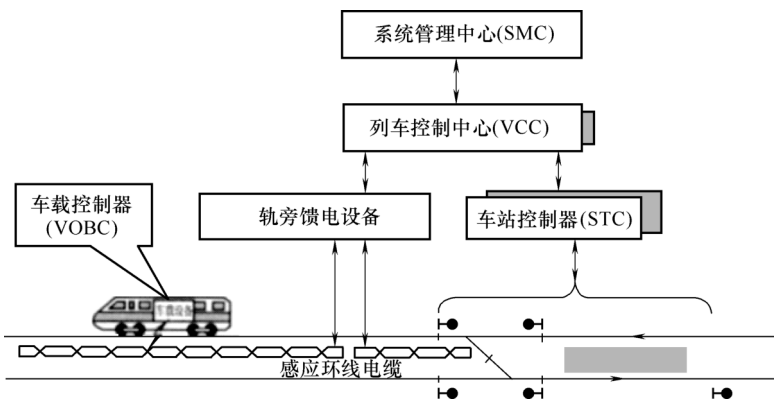


图 2-8　移动闭塞系统框图

（2）移动闭塞系统的特点

移动闭塞与传统的固定闭塞相比较具有以下特点：

① 线路没有固定划分的闭塞分区，列车间隔是动态的，并随前一列车的移动而移动。

② 列车间隔是按后续列车在当前速度下所需的制动距离，加上安全余量计算而控制的，这样可确保不追尾。

③ 制动的起点和终点是动态的，轨旁设备的数量与列车运行间隔关系不大。

④ 可实现较小的列车运行间隔。

⑤ 采用地车双向数据传输，信息量大，易于实现无人驾驶。

4. 移动闭塞系统的主要运行模式及行车方法

国内轨道交通行业采用的主要是 Seltrac MB 移动闭塞系统，它可以提供两种主要运行模式，即列车自动控制（Automatic Train Control，ATC）模式和后退模式。

（1）列车自动控制模式

ATC 模式下，系统根据 Seltrac 移动闭塞原理自动地控制列车，驾驶员的干预最少。该模式是 ATC 系统和列车运营服务的常用工作模式。

正常运营条件下，列车的运行由车辆控制中心进行控制，列车在 ATC 系统控制下自动地在整个线路上运行，驾驶员仅对运行进行监视。ATC 系统将在车场边界转换轨处进行列车自检，并在自检成功后使其自动投入到正线运营当中。退出运营的列车将自动返回到车场边界转换轨，车场的列车自动监控（Automatic Train Supervison，ATS）子系统从这里控制列车进入车场。

① 信息传输路径

ATC 模式下的信息传输路径。

② 进路与道岔控制

ATC 模式下，VCC 负责列车的安全间隔运行（安全运行还包括对道岔的操作）。VCC 按照 SMC 中执行的时刻表（或运行线）正确排列进路。

当列车按所分配的进路前进时，VCC 将在列车前方预留相应的轨道及道岔，并在允许列车通过之前命令 SRC 转换道岔到所需位置。当 VCC 终端上设置了人工进路预留（MRR）或者调度员人工单独预留道岔命令，系统就不会自动转换道岔。

③ 信号显示与计轴姿态

ATC 模式下，信号机显示蓝色以提醒驾驶员信号机防护区域是“自动”区域，人工列车（限制人工）禁止通过。ATC 模式下，ATC 系统不会在信号机上显示其他灯光。

计轴器在 ATC 模式下仍然工作，但其检测的列车定位信息将不返回给 ACC，即计轴器不参与 ATC 模式下的联锁逻辑。

④ 运行方式

列车可在 ATO 自动驾驶模式、人工保护驾驶模式以及无人驾驶模式下运行。

ATC 模式下，VCC 对站台紧急停车按钮以及中央紧急停车按钮的按下进行响应。

ATC 系统有能力使列车在线路的任何区域上双向运行。双向运行可以有效应对线路的任何部分由于特殊原因（如轨道阻塞）而采取的自动变更运行。与正向运营一样，反向运行时信号系统提供 ATP、ATO 及 ATS 的功能。

（2）后退模式

后退模式可以使列车人工驾驶（限制人工或非限制人工）运行，是考虑到 ATC 系统设备故障，或没有配备 ATC 列车要在正线线路上运行而设计的。

当出现 VCC 严重故障、感应环线故障或者车载 VOBC 故障时，后退模式可以提供一种降级服务。此时，列车采用人工驾驶，按照轨旁信号机显示运行。

后退模式根据移动闭塞系统的故障影响分为全人工后退模式和局部后退模式。全人工后退模式下，单个或全部的 STC 将不受 VCC 控制，该 STC 控制下的所有正线区域均以自

动闭塞运营；局部后退模式则是指 STC 控制的个别信号机防护的区段以自动闭塞方式运营，其余区域仍以移动闭塞方式运营。

① 后退模式的特点

后退模式下的行车是单方向的，用于使无通信列车进行人工固定闭塞下运营，在确保安全的前提下，达到一定的运输能力，系统中的 STC 设备可以为其控制区域的列车提供地面信号，以保证列车安全运行。

进路是由中央调度员或车站值班员采取设置人工进路的方式设置的，并将进路上有关道岔设到所要求的位置。

② 后退模式的功能

后退模式时，轨旁信号机平时点亮红灯，在人工办理了进路、联锁条件满足的情况下，开放允许信号，在禁止信号“红灯”不能点亮的情况下，不能开放任何允许信号。

在后退模式下，STC 根据区段占用道岔等联锁条件来设置信号机的显示。因此，一旦调度员设置了人工进路，当列车占用了该进路计轴区段时，防护该进路的信号机将显示“红灯”。当列车出清该占用区间后，如果所有的道岔都处在“正常”进路所要求的正确位置，则该区段信号机自动开放，显示“绿灯”；如果所有的道岔都处在“变更”进路所要求的正确位置，则该区段信号机自动显示“黄灯”。当道岔处于锁闭状态时，信号机才能显示放行的信号（绿灯或黄灯）。

STC 根据 SMC（或处于局部后退模式的 VCC）的指令或 SMC 本地工作站控制指令转动道岔，并依据联锁条件设置信号机的显示。假如接近轴区段，并且道岔区段均空闲，则在 STC 将信号机成功设置为红灯后，命令道岔开始转动；当道岔转到规定位置并锁闭后，STC 检查所有的联锁条件，均符合时就将信号机设置为允许灯光显示。

如果 STC 收到道岔转换指令时接近计轴区段有车且道岔区段空闲，STC 则将信号机显示为“红灯”后 60s 计时；一旦时间计完，若道岔区段无车，则 STC 开始转动道岔，使其转到规定的位置。

③ 后退模式的转换

后退模式与自动模式的相互转换时机取决于中央调度员，而时间长短主要取决于驾驶员、调度员以及系统中正在运行的列车数量。

当 VCC 故障时，中央调度员开始干预，系统将在大约 60s 内从自动模式转入全人工后退模式。

只有所有的人工预留进路均已取消，所有线路上正在以人工模式运行的列车都重新进入自动模式，并且中央调度员进行干预，系统才能启用全自动运行模式。否则将维持原局部人工运行模式或全人工运行模式。

5. 电话闭塞

（1）电话闭塞的特点

电话对轨道交通的安全生产和提高运行效率起了很大的作用。站用电话闭塞法是在信号系统故障，不能使用 ATP 组织正常行车时，由两车站值班员利用站间行车电话，以电话

记录的方式办理闭塞的方法，是代用闭塞法。电话闭塞均按站间区间办理。由于电话闭塞没有机械、电气设备的控制，都靠制度加以约束，办理闭塞手续时必须严格。为保证同一区间、同一线路在同一时间内不误用两种闭塞法，在停用基本闭塞改用电话闭塞或恢复基本闭塞时，均需根据轨道车辆调度员的调度命令办理。

（2）电话闭塞法的使用时机

当遇有下列情况时，须改用电话闭塞法行车：

1）基本闭塞设备发生故障时

① 自动闭塞设备发生故障或停电，包括区间内两个及其以上信号机故障或灯光熄灭。

② 移动闭塞采用全人工后退模式。

2）无双向闭塞设备的双线区间反方向发车或改按单线行车时

无双向闭塞设备的双线区间反方向发车只能改按电话闭塞进行。

当无双向闭塞设备的双线区间的一条正线因施工或其他原因封锁，另一条正线改按单线行车时，虽然该正线正方向闭塞设备能使用，但由于该正线的反方向无闭塞设备，如果对该线路正方向与反方向运行的列车采用不同的闭塞方法，不但增加了行车调度员发布变更或恢复基本闭塞法命令的次数，而且车站办理时容易发生错误。因此，双线改按单线行车时，上、下行运行的列车均须改用电话闭塞。

3）列车由区间折回

4）施工列车或轨道车运行

遇列车调度电话不通时，闭塞法的变更或恢复，应由该区间两端站的车站值班员确认区间空闲后，直接以电话记录办理。

（3）行车凭证

使用电话闭塞法行车时，列车占用区间的行车凭证，不论单线或双线均为路票。

电话闭塞的行车办法及路票的填写：

采用电话闭塞时，列车以路票作为占用闭塞区的凭证，一个闭塞区内只允许有一列车运行。闭塞区内列车凭路票采用不受限制的人工驾驶（URM）模式驾驶。列车反方向运行时车站需在路票左上角加盖“反方向运行”专用章，非固定股道接车、折返时应写明接车股道。

① 行车调度员及时向有关车站及驾驶员发布命令：从×点×分起，在×站至×站间采用站间电话闭塞法组织行车，××折返站固定采用×道折返（进/出×站、×站时驾驶员自行切除/恢复 ATP 运行）。

② 车站和行车调度员共同确认第一趟发出列车运行前方的进路空闲。接车站收到的同方向前次列车在前方站出发的电话报点记录、接进路准备妥当后，方可同意闭塞（需要时应说明接车线路）。

③ 发车站须查明区间空闲，发车进路准备妥当并取得接车站同意接车的电话记录号码后，方可填发路票。

④ 路票由值班站长亲自或指定的胜任人员，根据行车值班员的通知在站台填写。对于填写的路票，应根据《行车日志》的记录，与行车值班员进行认真核对，确认无误，方

可与驾驶员核对交接。

⑤ 路票不得在未得到电话记录号码前预先填写，也不能在进路准备妥当之前填写。路票已交驾驶员，因特殊原因停止发车时，应及时收回路票。填写的路票，字迹应清楚，不得涂改；当填写后发现错误时，应在路票上划“×”注销，重新填写。

⑥ 路票交接地点为驾驶员所在驾驶室的站台上，路票交接必须由值班站长亲自或指定人员与驾驶员核对、交接，驾驶员接到路票后方可关门，凭车站的发车信号起动列车。

⑦ 车站报点。接车站在列车到达并由车站出发后，应向相邻车站和行车调度员通报发车车次和时分。

6. 各种闭塞法的特点（见表 2-3）

表 2-3　各种闭塞法的特点

闭塞方法	分界线	基本闭塞设备	实现方法	闭塞区间	行车凭证
自动闭塞	进、出站信号机、防护信号机、通过信号机	移频自动闭塞设备	由设备自动完成	自动闭塞分区	地面信号机进行显示
超速防护自动闭塞	进、出站信号机，防护信号机，分界标、分界点信号机	超速防护自动闭塞设备	由设备自动完成	ATP 区间	车载信号绿色灯光，相对应的速度值和出站信号机稳定绿色灯光
站间自动闭塞	进、出站信号机、防护信号机、分界点信号机	站间自动闭塞设备	由设备自动完成	从车站出站信号机至前方进站信号机或者前方相邻分界点信号机或者前方防护信号机间	车站出站信号机或分界点信号机闪动的绿色灯光
电话闭塞法	各站出站信号机	行车闭塞电话	通过人工完成	车站出站信号机至前方相邻站出站信号机	出站信号机稳定的绿色灯光

2.3　列车驾驶模式

列车运行模式的基本特征及运用

目前较先进的地铁车辆的列车驾驶模式主要有以下 5 种：ATO（列车自动驾驶）模

式、AR（列车自动折返）模式、SM（受监控的人工驾驶）模式、RM（受限制的人工驾驶）模式和 URM（不受限制的人工驾驶）模式。

（1）ATO（列车自动驾驶）模式

① 基本特征。ATO 模式是最优先级的驾驶模式，通过 ATC 信号系统实现。该种模式下，两站间的列车自动运行，列车的运行不取决于驾驶员。驾驶员负责监督 ATP/ATO 指示，列车状况，所要通过的轨道、道岔、信号的状态，必要时加以干预。

② 基本运用。正线（包括折返线和试车线）的正常运行。

（2）AR（列车自动折返）模式

① 基本特征。AR 模式包括列车的自动换向和有折返轨的自动折返。其中有折返轨的自动折返又可分为人工折返和无人折返。

② 基本运用。在折返站和具有换向功能的轨道区段使用。

（3）SM（受监控的人工驾驶）模式

① 基本特征。SM 模式是次优先级的驾驶模式，正常情况下培训时采用，或当 ATO 设备故障，但车载和轨旁的 ATP 设备良好时必须采用。在 SM 模式下，驾驶员必须根据显示屏显示的推荐速度驾驶列车，当实际速度在推荐速度 -1km/h 到推荐速度 +4km/h 范围时，会有声音报警，当实际速度大于推荐速度 4km/h 时，ATP 产生紧急制动，驾驶员要负责监督列车状况，所要通过的轨道、道岔、信号的状态。驾驶员以 SM 模式驾驶时，要保持按下警惕按钮，否则会产生紧急制动。驾驶员以 SM 模式驾驶列车进站，停车在停车场内，ATP 给出门释放命令后，驾驶员手动开门。

② 基本运用。ATO 故障时的降级运行。运行时轨道上发现有障碍物（如人）。列车在下雨时在地面站行驶。

（4）RM（受限制的人工驾驶）模式

① 基本特征：RM 模式是较低级的驾驶模式，在该模式下，列车由驾驶员驾驶，驾驶员负责监督 ATP/ATO 指示显示，列车状况，所要通过的轨道、道岔、信号的状态，速度不能大于 25km/h，ATP 只提供 25km/h 的超速防护。

② 基本运用。车辆段运行，或联锁、轨道电路、ATP 轨旁设备发生故障及列车紧急制动后运行。

（5）URM（不受限制的人工驾驶）模式

① 基本特征。URM 模式是故障级驾驶模式，在该模式下，列车的运行完全由驾驶员负责，没有 ATP 的监控。国内部分地铁车辆采用 URM 模式时，列车前进最高速度可达 80km/h，后退最高速度可达 10km/h。

② 基本运行。车载 ATP 设备故障，不能使用。车辆部分设备检修和调试。

在地铁线上，驾驶员可根据线路、设备状态及运营要求，以任何一种驾驶模式驾驶列车运行。

以国内城市轨道交通某种车型为例，各种驾驶模式的特性和运用见表 2-4。

表 2-4　各种驾驶模式的特性和运用

模　式	定　　义	基 本 特 性	运　　用
ATO	列车自动驾驶模式	自动控制两站的列车运行。驾驶员负责监督 ATP 及 ATO 的显示，列车运行状态，通过的轨道、道岔和信号的状态，必要时加以人工干预	地铁正线的正常运行方式
SM	受监控的人工驾驶模式	列车运行由驾驶员驾驶，列车的运行速度受 ATP 监控，如果列车的极限速度超过了 ATP 允许速度，则列车产生紧急制动而停车。驾驶员负责驾驶列车，监督 ATP 的显示	ATO 故障时（但车载和轨旁的 ATP 设备良好）降级运营
RM	受限制的人工驾驶模式	列车运行由驾驶员驾驶，列车的运行速度不能大于 25km/h，如果超过，则列车产生紧急制动而停车。驾驶员负责列车运行安全	列车在车辆段范围内运行（试车线例外），或联锁、轨道电路、ATP 轨旁设备、ATP 列车天线发生故障及列车紧急制动后运行
URM	不受限制的人工驾驶模式	用 ATP 钥匙开关后才能起作用，使用时必须经过批准和登记。列车运行由驾驶员控制，没有限制速度监督	车载 ATP 设备故障或联锁故障后采用降级的行车组织办法时使用
AR	列车自动折返模式	自动控制列车折返，驾驶员可以不在列车上及不加干预进行列车折返作业。驾驶员负责检查自动折返前乘客已经下车，车门关闭后，才能操作位于站台端墙处的自动折返按钮	在设有自动折返功能的折返站计划采用的方式

复　习　题

1. 列车运行图有何重要作用？
2. 列车运行图的编制需要考虑哪些要素？
3. 如何正确识别列车运行图？列车运行图有哪些类型？
4. 编制列车运行图时应注意哪些事项？
5. 什么是闭塞法？我国轨道交通采用哪几种闭塞法？
6. 行车闭塞法有哪些类型？如何实现各种闭塞？
7. 移动闭塞系统的主要运行模式及行车办法如何？
8. 什么情况下采用电话闭塞法？它的行车凭证是什么？

第3章 车站作业组织

教学目标

1. 列举车站行车设备
2. 复述行车作业基本要求
3. 复述车站值班员的岗位职责
4. 简要说明列车接发车程序

在轨道交通系统行车组织中，车站起着极为重要的作用。车站是线路上供列车到发、通过的分界，某些车站还具有折返、停运检修和临时待避等功能；车站是客流集散的场所，是乘客出行乘坐列车的始发、终到及换乘地点，也是运营企业与服务对象的主要联系环节；车站还是轨道交通各工种协作的生产基地。

车站的运输生产活动主要由行车作业和客运作业两部分组成。车站行车作业包括接发列车作业、列车折返作业等；车站客运作业包括售检票、组织乘客乘降和换乘作业等。

车站的分类可从不同的角度进行。就车站作业而言，主要是按运营功能和是否具有站控功能分类。

（1）按运营功能的不同分类

① 终点站。终点站是指线路两端或列车交路两端的车站，除供乘客上下车外，通常还具有列车折返、停留或临时检修等运营功能。

② 中间站。中间站一般只供乘客上下车，是线网中数量最多的车站。有的中间站设有配线，可供列车越行；也有的中间站设有折返设备，可供列车折返。

③ 折返站。折返站是终点站与中间站中设有折返线、渡线等折返设备，可供长、短交路列车进行折返作业的车站。

④ 换乘站。换乘站设在不同线路的交汇地点，除供乘客上下车外，还供乘客由一条线路的列车换乘到另一条线路的列车上去。

（2）按是否具有站控功能分类

① 集中站。集中站是指具有站控功能的车站，集中站车站值班员根据调度命令，可监控集中站管辖线路上的列车运行、办理电话闭塞行车和执行扣车、催发车等列车运行调整措施。集中站通常为有道岔车站。

② 非集中站。非集中站是指不具有车站控制功能的车站。非集中站通常为无道岔

车站。

3.1　车站技术设备

3.1.1　车站行车设备

车站是线路上供列车到发、通过的分界点，某些车站还具有折返、停运检修和临时待避等功能，实现这些功能的车站必须具有基本的行车设备。目前城市轨道交通多采用 ATC 信号系统，在车站相应地必须具有 ATC 系统中的 ATS 分机等设备。

1. 车站控制台

设备集中站的行车设备有车站控制台、进出站信号机、防护信号机、道岔转辙设备、轨道电路无线通信器等。其中车站控制台是组织指挥行车的一种专用设备。设备集中站综控员通过车站控制台上的各种按钮可以办理进路、办理闭塞、操纵道岔、开闭信号，通过各表示灯的显示可以监视设备及列车运行的情况；非设备集中站只能进行监视，不能控制。非设备集中站的行车设备有综合控制盘（IBP 盘）、发车计时器、站台积极关闭按钮、电源设备、ATO 地面设备、ATS 分机。

2. 系统控制等级

ATC 系统分为四个控制等级，即控制中心自动控制，控制中心人工介入控制，车站自动控制，车站人工控制。有些线路 ATC 系统分为五个控制等级，即控制中心自动控制，控制中心人工介入控制，车站自动控制，车站人工介入控制，车站紧急控制。

3. 系统控制模式等级的使用条件

1）在 ATO 车载设备失效时，列车可转换为在 ATP 防护下的人工驾驶模式。

2）当地面某一个 ATP 应答器失效时，列车将继续正常运行，同时记录失效。

3）当车载 ATP 系统无法识别列车位置时，列车将从“目标—距离”模式转换成“速度编码”模式。直到列车接收到连续的两个无线接入点（APR）应答器信息，列车能够重新定位，并转换为“目标—距离”的模式进行行驶。

4）当地面 ATP 设备发生故障时，列车按受限制人工驾驶模式行驶。

5）在车载 ATP 设备故障时，准移动闭塞降级为站间自动闭塞，列车仅能按非受限制人工驾驶模式行驶。

6）当控制中心发生不可预测情况时，可以启动备用控制中心，正常的行车调度自动功能可以使用。

3.1.2　车站客运设备

1. 乘客导向系统

乘客导向系统由设置在车站外、出入口、通道、站厅、站台和车辆等处，包括图形、文字、符号和数字在内的各种静态导向标志，以及实时发布的视觉和听觉导向信息组成。

（1）导向系统组成

1）静态导向标志：按基本功能不同，静态导向标志分为方向性标志、示警性标志和服务性标志三种。方向性标志为乘客提供引路信息和定位信息，如出入口方向、售检票区域方向、换乘方向、列车运行方向、紧急出口等。示警性标志一般是危险或警告标志，指示乘客注意安全或不能进入，如注意碰头、禁止吸烟、乘客止步、严禁跳下站台、高电压危险等。服务性标志为乘客提供公共服务信息，如线路和车站分布图、列车运行时刻表、票价信息、厕所、公用电话、车站周边公交线路与公共设施指南等。

2）动态导向信息：动态导向信息，即实时发布的导向信息，是静态导向标志的补充。按媒介形式不同，车站上的动态导向信息分为视觉信息和听觉信息两种。

站台上的电子视觉信息，为乘客提供列车到站时刻及目的地、列车到站预告及安全提示、末班车离开后本站运营结束，以及发生紧急情况等信息。

车站内的广播信息为乘客提供列车到站时刻、候车安全提示、紧急情况时的安抚乘客和撤离通知等信息。

（2）导向系统设计

导向系统是为方便乘客及其出行服务的，导向系统设计的关键是了解与满足不同乘客以及他们在不同地点对导向信息的需求。导向系统设计的要点如下：

1）全过程、不中断地提供导向信息：从车站外面的公交站点与商业设施到车站出入口、从车站出入口到站台以及换乘站台之间，在乘客决策前行方向的位置处均应设置导向标志，以排除乘客对前行方向是否正确的疑虑。

2）静态导向标志以图形、符号及它们的组合为主：应采用标准的用语、规范的字体、易于辨认与理解的符号、统一的形状与颜色、合理的设置位置。

3）在满足引导客流的功能前提下，信息量应最小，为避免导向信息被弱化，商业广告应远离导向标志。

4）考虑盲人乘客、轮椅乘客、不识汉字乘客对导向标志设置的特殊要求：如设置盲道触觉导向标志、在无障碍通道内设置导向标志以及采用中英文对照等。

5）考虑运营结束后保养、维修的方便与经济。

2. 售检票设备

售检票设备是指为乘客提供售票和检票服务的相关设备。目前，国内新建轨道交通线路均采用自动售检票系统。

在自动售检票（AFC）系统的发展过程中，先后出现了磁卡 AFC 系统、接触式 IC 卡 AFC 系统和非接触式 IC 卡 AFC 系统三种技术制式。由于非接触式 IC 卡 AFC 系统具有使用方便快捷、售检票能力强、运营成本低等优点，使其成为轨道交通 AFC 系统的首选技术制式。

车站自动售检票设备主要有自动售票机、半自动售票机、检票机、自动验票机和自动加值机等。

3. 站台

站台供列车停靠和乘客候车、上下车使用。站台按型式不同，有岛式站台、侧式站台、混合式站台和纵列式站台等型式。岛式站台在地下车站采用较多；侧式站台在高架车

站采用较多；混合式站台通常是在需要较大的通过能力情况下采用；纵列式站台主要是路权共用的轻轨线路采用。岛式站台与侧式站台比较见表 3-1。

表 3-1　岛式站台与侧式站台比较

项　　目	岛 式 站 台	侧 式 站 台
站台利用	较高	较低
乘客服务	折返方便，可能乘错方向	折返不便，不会乘错方向
客运管理	管理集中	管理分散
工程投资	较大	较小
站台延长	困难	容易

实践中，还存在车站的两个侧式站台分别位于上、下层的特殊站台型式，如北京轨道交通 13 号线西二旗站的上、下行线侧式站台分别位于地上 1 层与地上 2 层。

4. 站台屏蔽门

站台屏蔽门安装在站台边缘，是将站台区域与列车运行区域隔开的设备，站台屏蔽门系统由门体结构、门机驱动系统和控制系统组成。

（1）站台屏蔽门的主要功能

1）降低空调能耗：避免列车运行时产生的活塞风进入站台区域，减少站台区域与列车运行区域的热交换。根据广州地铁 2 号线的资料，安装站台屏蔽门后，车站空调的负荷可以降低 40% 以上。

2）保证候车安全：可防止乘客因拥挤而掉下轨道、防止乘客跳下轨道拾取物品、防止外部人员跳下轨道自杀，保证了乘客候车安全、提高了轨道交通运营可靠性。

3）提高环境舒适度：站厅和站台的空调设计温度可降低 1 ~ 2℃，且温度波动较小、气流相对稳定。此外，还可减少列车运行噪声和活塞风对站台候车乘客的影响。

站台安全门安装在站台边缘，也是将站台区域与列车运行区域隔开的设备。但站台安全门不是全封闭的，其主要功能是保证乘客候车安全，提高轨道交通运营可靠性。

（2）站台屏蔽门/安全门的控制有系统级控制、站台级控制和手动操作三种模式。

1）系统级控制：在正常运行情况下，由列车司机对屏蔽门/安全门进行控制。在列车到站并停在允许误差范围内时，列车司机在驾驶室内开启和关闭屏蔽门/安全门。此时，车门与屏蔽门/安全门同时开闭。

2）站台级控制：在列车到站并停在允许误差范围内时，如系统级控制无法实现，列车司机可通过站台上的控制盘开启和关闭屏蔽门/安全门。

3）手动操作：在单个屏蔽门/安全门出现故障不能正常开启时，由工作人员在站台侧用钥匙开启屏蔽门/安全门，或乘客在轨道侧用于开启屏蔽门/安全门。

5. 升降设备

车站升降设备主要有楼梯、自动扶梯和无障碍电梯等，其作用是为乘客提供快速、舒适的升降服务。

为降低运输成本，出入口的升降设备通常采用步行楼梯，但在出入口提升高度超过

6m 时，应设置上行自动扶梯，超过 12m 时，应设置上、下行自动扶梯；站厅、站台间的升降设备通常采用上行自动扶梯、下行步行楼梯，但在高差超过 6m 时应设置上、下行自动扶梯。自动扶梯选用重载型，要求每天能连续工作 20h，在任何 3h 内持续重载（每个梯级 120kg）时间不小于 1h。无障碍电梯主要是为行动不便的乘客服务。广州地铁 2 号线在国内首次采用了楼梯升降机，主要是为轮椅乘客服务。楼梯升降机操作安全方便、占用空间不大，安装后保证进、出车站均有一条无障碍通道。

6. 其他设备

车站的其他客运设备还有广播、照明、通风和空调设备等。

3.2 列车运行组织方式

1. 行车组织原则

1）在 ATC 系统正常的情况下，列车以 ATO 模式驾驶，驾驶员需在列车出库或交接班时输入乘务组号。在有 ATS 计划运行图时，列车进入正线运行时自动接收目的地及车次信息；在没有 ATS 计划运行图时，列车在正线运行时，驾驶员或行车调度员需输入目的地和号码信息。

2）正常情况下，正线上驾驶员凭车载信号显示或行车调度员命令行车，按运营时刻表和数据终端（DTI）显示时分掌握运行及停站时间。

3）非正常情况下行车时，驾驶员应严格掌握进出站、过岔、线路限制等特殊运行速度。

4）列车在运行中，驾驶员应在前端驾驶，如推进运行时由副驾驶员或引导员在前端驾驶室引导和监控列车运行。

5）在车辆段范围内，指挥列车或车辆段调车的信号以地面信号和调车专用电台为主，手信号旗/灯为辅。

6）调度电话、站车无线电话用于行车工作联系，须使用标准用语。

7）列车驾驶员可使用列车广播系统向乘客进行信息广播。遇信息广播故障时，人工广播，若人工广播也不能使用时，报告行车调度员，按行车调度员的指示办理。

8）当列车发生晚点时，行车调度员应根据列车晚点情况及时采取措施，调整列车运行。

2. 行车调度概述

调度机构是轨道交通系统日常运营工作的指挥中枢。凡与运营有关各部门、各工种都必须在调度的统一组织指挥下，进行日常生产活动。调度机构的基本任务是科学地组织客流，合理地运用设备，组织运营有关各部门、各工种协同作业，确保实现列车运行图完成运营生产任务，提高运营效率和经济效益。值班调度主任是调度班组工作的组织领导者，其主要工作职责是传达、贯彻和执行上级有关文件、命令及指示，负责完成本项运营指标，并主持接班会，布置有关注意事项，检查安全生产情况，掌握列车运行图况，负责检修、施工和救援工作的把关，主持事故分析会等。

行车调度员是调度机构的核心工种。行车调度员担负着指挥列车运行、贯彻生产计划、实现列车运行图、完成运营计划的重要任务。行车调度员是列车运行的组织指挥者，负责监控或操作列车运行控制设备，掌握列车运行、到发情况，发布调度命令，检查各站、段执行和完成行车计划情况，在列车晚点或运行秩序紊乱时采取有效措施尽快恢复按图行车，发生行车事故时要迅速采取救援措施，并向上级和有关部门报告，以及填写各种报表等。

3. 行车指挥自动化时的列车运行组织

行车指挥自动化是利用电子计算机控制调度集中设备，指挥列车运行的一种自动远程遥控设备。在行车指挥自动化时，自动闭塞为基本闭塞法。

行车指挥自动化子系统的主要功能有：

1）由基本列车运行图或计划列车运行图生成使用列车运行图。

2）自动或人工控制管辖范围内各车站的发车表示器、道岔以及排列列车进路。

3）跟踪正线列车运行，显示各车站发车表示器开闭、进路占有和列车车次、列车运行状态等。

4）自动或人工进行列车运行调整。

5）自动绘制实际列车运行图和生成运营统计报告。

（1）列车运行组织在行车指挥自动化情况下，由电子计算机通过调度集中设备实现。

当日使用列车运行图、列车进路自动排列和列车运行自动调整，指挥列车运行。控制中心 ATS 通常储存数个基本列车运行图，经过加开或停运列车等修改后的基本列车运行图称为计划列车运行图。使用列车运行图是当日列车运行的计划，由基本列车运行图或计划列车运行图生成。行车调度员通过显示盘与工作站显示器，准确掌握线路上列车运行和分布情况、区间和站内线路的占用情况以及发车表示器的显示状态和道岔开通位置等。行车调度员也可应用人工功能。通过工作站终端键盘输入各种控制命令，控制管辖线路上的发车表示器、道岔及排列列车进路，进行列车运行调整。

在行车指挥自动化情况下，列车占用区间的行车凭证为列车收到的速度码，凭发车表示器显示的稳定白色灯光发车，如发车表示器故障无显示，凭行车调度员的命令发车。追踪运行列车间的安全间隔由 ATP 子系统自动实现。

（2）控制中心 ATS

行车指挥自动化子系统（ATS）包括控制中心 ATS 设备、车站 ATS 设备和车载 ATS 设备三部分。控制中心 ATS 设备是一个实时控制系统，由调度控制和数据传输电子计算机、工作站、显示盘和绘图仪等构成。电子计算机按双机备份配置；车站 ATS 设备由列车与地面间数据传输设备和电气集中联锁或微机联锁设备等构成。车载 ATS 设备由列车与地面间数据传输设备等构成。

（3）列车正线运行

列车正线运行可采用以下几种驾驶模式。

1）列车自动驾驶（ATO）模式。列车出发前，在列车进路已设置完毕、车门及屏蔽门已关闭的条件下，驾驶员可操作列车进入自动驾驶模式。车载 ATO 系统根据从线路上

接收到的速度码，自动控制列车加速、巡航、惰行、制动，控制列车按要求停车，并自动控制车门、屏蔽门的开启，车门、屏蔽门的关闭是由驾驶员按压关门按钮完成的。驾驶员主要监督车载 ATP/ATO 设备的状态显示，并注意列车运行所经过的线路状况（如道岔、信号机），必要时可人工进行干预，以保证行车安全。列车在站台停车时如果超出了停车区域，则车门和屏蔽门均不能打开。

2）ATP 监控的人工驾驶 SM 模式。在 ATO 设备故障，但车载和轨旁的 ATP 设备良好，列车发车前，列车进路已设置完毕、车门及屏蔽门已关闭的条件下，驾驶员操作列车进入受 ATP 监控的人工驾驶（SM）模式。列车由驾驶员驾驶，运行速度受“列车自动防护（ATP）系统”的实时监督。当列车运行速度接近 ATP 限制速度时，系统对驾驶员给出声、光报警信号，提醒驾驶员注意。如果驾驶员未采取措施，列车的运行速度超过了限制速度，并达到了列车“紧急制动曲线”确定的速度，ATP 系统将对列车实施紧急制动。一旦产生紧急制动，不能进行人工缓解，必须待列车停稳并经特殊操作后才能重新起动列车。到站停车时，与采用 ATO 模式的列车停站规定相同。

3）受限制人工驾驶（RM）模式。驾驶员根据信号显示等要求，操作列车进入“受限制人工驾驶模式”，一般设定的限制速度为 25km/h，若列车运行速度超过 ATP 限制速度，则产生紧急制动。在此模式下运行，驾驶员对列车运行安全负责。此运营模式主要作为联锁设备故障情况的降级运行模式及列车在车辆段内的运行模式。

4）不受限制人工驾驶（URM）模式。在此模式下，ATP 系统将不起任何作用，列车运行的安全完全由调度员、车站值班员和驾驶员人为保证。驾驶员必须使用特殊的钥匙开关才能进入该模式。

（4）列车出入段

车辆段内的列车驾驶模式采用受限制人工驾驶（RM）模式。所有设备正常的情况下，列车按照设计的模式运行。因车辆段没有安装轨旁 ATP 设备，且联锁设备为 6502 电气集中联锁或微机联锁，与 ATP 设备没有接口关系，列车在车辆段范围内只能用 RM 模式运行，车载 ATP 提供 25km/h 的超速防护。

列车出入段的程序如下：

1）列车整备完毕，列车状态符合正线服务后，报告车辆段信号值班员列车整备完毕。

2）确认出段信号开放，按该列车出车段时刻以 RM 模式驾驶列车出库，整列离开库门前限速 5km/h，库大门前、平交道口应一度停车，确认线路状况良好后起动列车。

3）列车运行到转换轨一度停车，待显示屏收到速度码，“ATO”灯亮后，驾驶员确认进路防护信号开放，以 ATO/SM 模式运行至车站。

（5）列车运行调整

1）自动列车运行调整。在执行自动列车运行调整功能时，ATS 系统根据使用列车运行图，对早、晚点时间在一定范围内的图定列车自动进行列车运行调整。自动列车运行调整通过控制列车的停站时间和列车的运行等级来实现。列车运行等级的自动降低或升高可实现列车运行速度的自动控制，列车运行等级的设置如下：

① 运行等级 1，ATS 限速等于 ATP 限速，列车在 ATS 限速正负 2km/h 范围内调速。

② 运行等级 2，ATS 限速等于 ATP 限速，但经过惰行标志线圈后，在列车速度高于 30km/h 时，惰行进站停车；在列车速度低于 30km/h 时，提速至 30km/h 运行。

③ 运行等级 3，除 ATP 限速为 20km/h 和 30km/h 外，ATS 限速等于 75% 的 ATP 限速，例如，在 ATP 限速为 65km/h 时，ATS 限速为 48km/h。

④ 运行等级 4，ATS 限速等于 65% 的 ATP 限速。

针对列车运行偏离列车运行图的各种可能，ATS 系统设置了太早、很早、早点和太晚、很晚、晚点及最大、最小停站时间参数。表 3-2 为某城轨企业 ATS 系统上述各参数的现行取值。系统计算列车实际到站时间与列车图定到站时间的差值，并将此差值与上述六种参数进行比较，根据比较结果确定列车运行调整方法。

表 3-2　列车运行图调整比较参数取值

参　数	取值/s	参　数	取值/s
太早	90	太晚	90
很早	60	很晚	60
早点	10	晚点	10
最大停站时间	60	最小停站时间	20

① 在早于“太早”和晚于“太晚”时，系统不能进行自动列车运行调整。

② 在“早点”与“晚点”之间时，系统不进行列车运行调整。

③ 在“太早”与“很早”之间时，列车降低一个运行等级，调整列车停站时间。

④ 在“很早”与“早点”之间时，列车运行等级不变，调整列车停站时间，停站时间改为图定停站时间加上早点时间，但调整后的列车停站时间不大于列车最大停站时间。

⑤ 在“晚点”与“很晚”之间时，列车运行等级不变，调整列车停站时间，停站时间改为图定停站时间减去晚点时间，但调整后的列车停站时间不小于列车最小停站时间。

⑥ 在“很晚”与“太晚”之间时，列车升高一个运行等级，调整列车停站时间。

2）人工列车运行调整。凡列车早点早于“太早”、晚点晚于“太晚”或列车运行秩序较紊乱时，控制中心 ATS 可执行人工功能，由行车调度员进行人工列车运行调整。

在列车早点早于“太早”和晚点晚于“太晚”时，可在不退出自动功能情况下执行人工功能进行列车运行调整，此时，人工功能优先于自动功能。但执行人工功能时设定的列车停站时间和列车运行等级仅对经过指定车站的指定列车一次有效。当指定列车经过指定车站系统将自动恢复对经过该站的后续列车进行自动列车运行调整。

在列车运行秩序较紊乱时，应退出自动功能，进行人工列车运行调整，待列车运行基本恢复正常后，再进入列车运行调整的自动功能。人工列车运行调整的主要方法有：

① 列车跳站停车。列车跳站停车分为列车载客跳站停车和列车空驶跳站停车两种。列车载客跳站停车应严格掌握，客流较大的车站原则上不应组织列车跳停通过，仅在由于车辆或其他设备故障、发生事故，车站因乘客滞留造成拥挤等原因引起列车运行秩序紊乱，以及特殊需要时，方准列车载客跳停通过。安排列车跳站停车应考虑越站乘客是否有返回乘坐的列车，末班列车不办理列车载客跳停通过。为了缓解客流压力或因列车晚点影

响后续列车运行时，准许始发列车空驶跳停，但不宜连续两个空驶列车跳停。组织列车跳站停车时，行车调度员要加强预见性和计划性，提前下达命令。驾驶员和车站有关人员应对乘客作好宣传解释工作，车站应维持秩序，组织好乘客乘降，保证乘客安全。

列车跳站停车的设置可由行车调度员在工作站上进行，也可由行车调度员命令驾驶员在当次列车上进行，前者称为中央设置，后者称为列车设置。中央设置对允许跳停车站有所限制，并且不能设置一列车在两个车站连续跳停。列车设置对允许跳停车站没有限制，并且具有连续设置跳停功能。

在行车组织上，为保证一定的服务水平和行车安全，规定：

一般情况下不采取列车跳站停车措施；

图定首、末班客运列车不办理列车跳站停车；

同一车站不允许连续两列车跳停通过；

除特殊情形外，客流较大车站不准列车跳停通过。

② 扣车。当一条线路的列车由于车辆及其他设备故障或某种原因不能正常运行，造成换乘站站台上乘客拥挤时，行车调度员应采取扣车措施，即将另一条线路的上下行列车扣在换乘站附近的各个车站，以缓和换乘站的压力。扣车时间一般应控制在 10min 内，如果堵塞线路的列车在短时间内不能恢复正常运行，可组织扣下的列车在换乘站通过。同时，行车调度员应发布畅通线路各站停售跨线票的命令。

行车调度员实施扣车应在列车到达指定站台停稳，并在发车表示器闪光前完成。如多列车分别在各站进行扣车时，行车调度员应及时命令驾驶员在指定车站扣车。实施扣车后，如要终止列车停站，行车调度员应进行催发车。

③ 设置列车运行等级。除系统自动调整列车运行等级外，行车调度员还可人工设置列车运行等级，即由初始设定的运行等级改设为其他运行等级。列车运行等级的设置可由行车调度员在工作站上进行，也可由行车调度员命令驾驶员在当次列车上进行。行车调度设置只对指定列车一次有效。

4. 调度集中时的列车运行组织

调度集中是指挥列车运行的一种远程遥控设备。在调度集中时，自动闭塞为基本闭塞法。调度集中系统由调度集中总机、进路控制终端、显示盘与显示器、描绘仪、打印机和电气集中联锁设备等构成。

调度集中的主要功能有：

控制管辖范围内各车站的信号机、道岔以及排列列车进路。

显示各车站信号机开闭、进路占用和列车车次、列车运行状态等。

自动绘制实际列车运行图。

（1）列车运行组织

在调度集中情况下，由行车调度员人工排列列车进路，指挥列车运行以及进行列车运行调整，行车调度员通过进路控制终端键盘输入各种控制命令，控制管辖线路上的信号机、道岔以及排列列车进路；通过显示盘与显示器，准确掌握线路上列车运行和分布情况、区间和站内线路的占用情况以及信号机的显示状态和道岔开通位置等。

在调度集中情况下，列车进入区间的行车凭证为出站信号机的绿灯显示。如出站信号机故障，凭行车调度员的命令发车。追踪运行列车间的安全间隔由自动闭塞设备实现。

（2）列车运行调整

为了实现按列车运行图行车，行车调度员要努力组织列车正点运行，而组织列车正点始发又是列车正点运行的基础。对始发列车，行车调度员应在列车出段、列车折返交路和客流情况等各方面进行具体掌握和组织，以确保正点始发。

在始发站列车正点始发的情况下，由于途中运缓、作业延误或设备故障等原因，难免出现列车运行晚点的情况。此时，行车调度员应根据列车运行的实际情况，按恢复正点和行车安全兼顾的原则，根据规定的列车等级进行运行调整，尽可能在最短时间内使晚点列车恢复正点运行。

列车的等级依次为：专运列车、客运列车、调试列车、空驶列车和其他列车。在抢险救灾情况下，优先放行救援列车；对同一等级的客运列车，可根据列车的接续车次和载客人数等情况进行运行调整。列车运行调整的主要方法有：

1）始发站提前或推迟发出列车。

2）根据车辆的技术状况、驾驶员驾驶水平和线路允许速度，组织列车加速运行、恢复正点。

3）组织车站快速作业，压缩列车停站时间。

4）组织列车跳站停车。

5）变更列车运行交路，组织列车在具备条件的中间站折返。

6）组织列车反方向运行。在双线线路上，如一个方向列车密度较大，而另一个方向列车密度较小，为了恢复正点运行，可利用有道岔车站的渡线，将列车转到列车密度较小的线路上反方向运行。

7）扣车。

8）调整列车运行时间间隔：当换乘站由于客流骤增造成作业困难时，行车调度员可根据列车的运行情况，适当调整列车运行时间间隔，尽量避免各线列车同时到达换乘站。

9）在环形线情况下，当一条线路运行秩序紊乱时，要尽力维持另一条线路列车的正常运行，并通知各站组织乘客乘坐畅通线路方向的列车。

10）停运列车。

行车调度员对列车运行调整方法的选择，取决于列车运行的具体情况。而在实际工作中，往往又可以是几种列车运行调整方法结合运用。

5. 调度监督时的列车运行组织

调度监督是一种行车调度员能监督现场设备和列车运行状态，但不能直接进行控制的远程监控设备。轨道交通系统采用调度监督组织指挥列车运行，通常是新线在信号系统尚未安装情况下投入运营时采用的过渡期调度指挥方式。为了实现调度监督，除控制中心的显示盘等设备外，需在车站安装出站信号机等临时联锁设备。在调度监督时，双区间闭塞为基本闭塞法。双区间闭塞法即以两个站间区间为一个闭塞分区。

调度监督的主要功能有：

1）显示各车站出站信号机开闭、区间闭塞、列车运行状态，以及到站列车车次等。

2）储存和打印列车运行时刻和出站信号机开放时刻等运行资料。

在调度监督情况下，由车站行车值班员排列列车进路、开闭出站信号，行车调度员通过显示盘，监督线路上各车站信号机开闭显示、区间闭塞情况和列车运行状态，组织指挥列车运行。

双区间闭塞法行车时，列车占用区间的凭证为出站信号机的绿灯显示，凭助理行车值班员手信号发车。追踪运行列车间的安全间隔按双区间要求，由双区间闭塞设备实现。

在按双区间闭塞法行车时，列车正线运行限速 60km/h。列车接近车站时，驾驶员应加强对接近车站的瞭望，控制进站速度，遇有险情立即制动停车。列车进入通过式车站的限速为 40km/h，列车进入尽头式车站的限速为 30km/h。

在列车晚点或列车运行秩序紊乱时，行车调度员应及时进行列车运行调整，尽快恢复按列车运行图行车，列车运行调整方法可参见调度集中时的列车运行组织，此处不再赘述。应该强调的是，在调度监督时，载客列车一般不安排跳站停车，如因特殊情况需要跳站停车，应经公司主管领导同意，由行车调度员发布调度命令执行。在调度监督过程中，如发现车站行车值班员或列车驾驶员有违章作业情况，行车调度员应及时下令纠正，确保行车安全。

6. 调度监督下半自动控制时的列车运行组织

在控制中心行车调度员的统一指挥下，由车站行车值班员操作车站微机联锁或电气集中联锁设备或临时信号设备控制列车运行。早期建成的城市轨道交通至今仍采用这种列车运行组织方式，一些新线由于信号系统尚未安装调试完毕，在过渡期采取这种方式进行行车组织。调度监督下的半自动控制可实现的功能如下：

1）利用车站信号控制系统具有的联锁功能，车站行车值班员可对进路排列、道岔动作、信号开放实行人工操作。

2）控制中心可实时反映进路占用、信号及道岔等的工作状态，对线路上的列车运行进行监护。

3）控制中心可储存信号开放时刻、道岔动作、列车运行等各类运行资料，并可根据需要调用。

4）车站可根据中央指令对列车运行进行调整。

5）计算机自动绘制或人工绘制列车实际运行图。

3.3 列车行车作业

3.3.1 行车作业基本要求

车站行车作业包括列车接发作业、列车折返作业等。车站行车作业应按照列车运行图要求，不间断地接发列车与折返列车，确保行车安全与乘客安全。对车站行车作业的基本要求是：

1. 执行命令听从指挥

严格执行单一指挥制，车站行车作业由车站值班员统一指挥。列车在车站时，列车司机应在车站值班员指挥下进行工作。车站值班员应认真执行行车调度员的命令和上级领导的指示。

2. 遵章守纪按图行车

认真执行行车规章制度，遵守各项劳动纪律。办理作业正确及时，严防错办和忘办，严禁违章作业。当班必须精神集中，服装整洁、佩戴标志，保证车站安全、不间断地按列车运行图接发列车。

3. 作业联系及时准确

联系各种行车事宜时，必须程序正确、用语规范、内容完整、简明清楚，严防误听、误解和臆测行事。

4. 接发列车目迎目送

接发列车严肃认真，姿势端正。认真做好看、听、闻，确保列车安全运行。

5. 行车表报填写齐全

行车表报包括各种行车凭证、行车日志和各种登记簿。行车凭证有路票和调度命令等。登记簿有调度命令登记簿、检修施工登记簿和交接班登记簿等。应按规定内容、格式认真填写各种行车表报，保持表报完整、整洁。

3.3.2　行车作业制度

为加强车站行车作业组织，必须建立和健全各项行车作业制度，做到行车作业制度化、程序化和标准化。车站行车作业的制度主要有车站值班员岗位责任制、交接班制度、检修施工登记制度、道岔擦拭制度、巡视检查制度和行车事故处理制度等。

1. 车站值班员岗位责任制

车站行车作业实行单一指挥制，车站值班员是车站行车作业的组织者和指挥者。根据行车作业的需要，车站还可设置助理车站值班员，但在采用 ATC 系统时一般不设。车站值班员的岗位职责是：执行行车调度员的命令和指示，统一指挥车站的行车作业。监视行车控制台的进路开通方向、道岔位置及信号显示，监视列车运行状态和乘客乘降情况。在实行车站控制时，按列车运行图及行车调度员下达的列车运行计划办理闭塞、排列进路、开闭信号、接发列车，填写行车凭证和其他各种行车表报，办理设备检修施工登记，组织交接班工作。

助理车站值班员的岗位职责是：接送列车、监护列车运行，交递调度命令及行车凭证，手信号发车，调车作业现场组织，进行站线巡视和协助乘客乘降组织。在不设助理车站值班员岗位时，上述职责主要由站务员承担。

2. 交接班制度

车站值班员交班时，应将列车运行和设备状态、上级指示和命令及完成情况等填记在交接班登记簿上，并口头向接班车站值班员交代清楚。

车站值班员接班时，要了解列车运行情况，对行车设备、备品、报表进行检查后，签

认接班。

3. 检修施工登记制度

车站值班员对各项检修施工作业，应根据检修施工计划，向检修施工负责人交代有关注意事项后，方可登记。凡影响行车作业的临时设备抢修，要在与行车调度员联系作业时间并获同意后，方可登记。检修施工作业结束后，行车设备经试验、确认技术状态良好，方可签认注销。

4. 道岔擦拭制度

道岔必须由专人负责定期擦拭。擦拭道岔，必须与行车调度员联系，办理控制权下放手续。道岔擦拭时，车站控制室要有人监护，不准随意扳动道岔；擦拭道岔人员一律穿绝缘鞋，携带防护用具，擦拭前施放木模，无关人员不得擅自进入道岔区；如需转换道岔，室内监护人员与现场擦拭人员应进行联系，说明道岔号码及定、反位，现场擦拭人员要离开道岔。道岔擦拭完毕，要认真清理现场，清点工具，撤除木模，并检查有无妨碍列车运行及道岔转换的物品；试验道岔及确认良好后，与行车调度员办理控制权上交手续，有关按钮由信号人员加封并做记录；填写道岔擦拭登记簿。

5. 巡视检查制度

送电前，车站值班员应进行站线巡视，检查线路上有无影响列车运行的异物。对站内检修施工后的现场进行巡视检查，复核检修施工登记注销情况。检查行车控制台是否有异常情况。

6. 行车事故处理制度

发生行车事故，应立即采取有效措施进行处理，同时向行车调度员及有关部门报告。认真记录事故发生的时间、地点、列车车次、车号、关系人员姓名及人员伤亡和设备损坏情况。赶赴现场，查找人证与物证，并做好记录。清理现场，尽快开通线路。对责任行车事故，应认真找出原因，提出处理意见，制定防范措施。

3.3.3 车站行车作业

1. 接发列车作业

车站接发列车作业的主要内容是办理闭塞、开通进路和接送列车等。其中办理闭塞与开通进路这两项作业，正常情况由控制中心办理，非正常情况下由车站办理。

（1）控制中心办理接发列车作业

在采用自动闭塞时，区间闭塞自动办理，进路排列有两种情形：在行车指挥自动化时，控制中心 ATS 根据使用时刻表及列车运行实际情况，通过车站联锁设备自动排列进路、实时控制列车接发作业；在控制中心 ATS 自动功能故障时，列车进路由行车调度员人工排列。

在调度集中时，由行车调度员通过进路控制终端控制管辖线路上的信号机、道岔，人工排列列车进路，办理列车接发作业。

在上述两种情形下，车站值班员通过行车控制台监视列车进路排列、信号显示，列车到发、通过情况，以及列车运行状态是否正常等。

（2）车站办理接发列车作业

在采用区间闭塞设备时，行车闭塞法为双区间闭塞法；在停用自动闭塞设备时，行车闭塞法为电话闭塞法；在上述两种情形下，区间闭塞由车站值班员办理。

在区间闭塞由车站值班员办理的情况下，列车进路也由车站值班员排列。此外，如果仅是控制中心 ATS 的自动排列进路功能故障，列车仍可按自动闭塞法行车，此时将控制权下放给集中站，由车站值班员在联锁工作站上排列进路，办理列车接发作业。

1）列车进路及办理

① 列车进路概念：根据行车作业内容不同，进路分为列车进路和调车进路。列车进路是指列车在车站上到达、出发或通过所需占用的一段线路。列车进路又分为接车进路、发车进路和通过进路。

② 联锁概念：列车进路的排列通常涉及道岔开通位置转换，列车进路的防护则由设置在进路入口处的信号机担当。为了确保列车进路安全，在道岔、信号机与进路之间建立起一种相互制约的关系称为联锁。

联锁关系可以归纳为以下几点：

- 只有进路上有关道岔开通位置正确，防护这一进路的信号机才能开放。
- 当防护某一进路的信号机开放以后，该进路上的所有道岔均不能转换。
- 当防护某一进路的信号机开放以后，所有敌对进路的信号机均不能开放。
- 在正线出站信号机开放以前，进站信号机不能显示正线通过信号。

实现联锁关系的技术设备称为联锁设备，它是保证轨道交通行车安全的基础信号设备。

联锁设备有电气集中联锁设备和微机联锁设备两种类型。目前，国内新建轨道交通线路广泛采用的是微机联锁设备。

在列车自动控制系统中，微机联锁设备与 ATS、ATP 子系统相结合，实现联锁的基本功能，包括列车进路的排列和解锁，道岔与信号机控制，以及实行车站控制等。

③ 列车进路办理：

- 电气集中联锁：在采用电气集中联锁设备时，列车进路办理在行车控制台上进行。在行车控制台上顺序按压拟建立列车进路的始、终端按钮，只要该进路区段无列车占用，以及无敌对进路存在，与进路有关的所有道岔会自动转换到规定位置并锁闭，进路排列完成。此时，在行车控制台的显示盘上，选出的进路从始端到终端呈现一条白色光带，防护该进路的信号机也同时开放，信号复示器显示绿灯。

当列车驶入进路，防护信号机关闭，信号复示器显示红灯，白色光带随着列车运行逐段变为红色光带，表示该进路被占用。列车出清进路后，光带由红色变为灭灯状态，表示该进路已经解锁。进路解锁可以是分段解锁，也可以是一次解锁。

取消已建立的列车进路，应先确认进路的接近区段与进路内无列车，然后同时按压总取消按钮与进路始端按钮。此时，总取消表示灯显示红灯、信号关闭、进路白色光带熄灭。

- 微机联锁：在采用微机联锁设备时，列车进路办理在操作员工作站上进行。

在工作站显示器窗口的视图上，用鼠标单击拟建立列车进路的始、终端要素（信号机），然后单击“排列进路”按钮，再单击“执行”按钮，计算机根据输入的操作命令，经过联锁判断，自动建立进路、开放信号。

当列车驶入进路，防护信号机关闭；随着列车的运行，进路可逐段解锁。

2）双区间闭塞法行车：在调度监督、双区间闭塞法行车时，控制权下放给车站。此时，车站值班员办理接发列车作业，行车调度员监督现场设备和列车运行状态。接发列车作业的内容、程序与办法如下：

① 准备进路：接发列车进路可根据行车调度员下达的列车运行计划预先办理。

② 办理闭塞：发车站值班员用站间行车电话向接车站请求闭塞；接车站值班员接到请求闭塞电话后，确认前次列车已经到达前方站、接车区间空闲、接车进路畅通、有关道岔位置正确，以及确认影响接车进路的调车作业已经停止后，按压同意接车按钮。此时，接车站接车表示灯由黄灯显示变为灭灯。关于表示灯的显示颜色与意义参见表 3-3。

表 3-3　表示灯的显示颜色与意义

表示灯类型		发车表示灯	接车表示灯	到达表示灯
表示灯显示	红灯	出站信号开放	邻站出站信号开放	列车到达本站
	绿灯	可以开放出站信号		
	黄灯	列车到达接车站	列车到达前方站	
	红黄灯		列车到达本站	
	灭灯		同意接车	

③ 开放信号：发车站值班员确认发车进路正确无误后，按压发车信号按钮。此时，发车站发车表示灯由绿灯显示变为红灯显示，出站信号机绿灯显示；接车站接车表示灯变为红灯显示以及闭塞电铃鸣响。

④ 列车出发：列车发出后，发车站值班员拔出发车信号按钮，向接车站值班员和行车调度员报点，以接车站值班员接到报点后填写行车日志。此时出站信号机变为红灯显示。

⑤ 列车到达：列车到达后，接车站值班员向发车站值班员和行车调度员报点，填写行车日志；发车站值班员接到报点后填写行车日志。此时，发车站发车表示灯为黄灯显示；接车站列车到达表示灯为红灯显示以及闭塞电铃鸣响，接车表示灯为红黄灯显示。

⑥ 取消闭塞：在发车站请求闭塞、接车站同意接车和发车站尚未开放出站信号时，如因故需要取消闭塞，由发车站值班员用站间行车电话向接车站值班员请求取消闭塞，接车站值班员接请求取消闭塞电话后，破封登记，按压故障按钮。此时，发车站发车表示灯为黄灯显示；接车站接车表示灯为红黄灯显示。

⑦ 接送列车：列车在车站上到发或通过时，站务员（助理车站值班员）应按规章要求站在规定地点接送列车，密切注意列车运行状态与乘客乘降情况，发现有危及行车安全和乘客安全的情况时应立即采取有效措施妥善处理。

3）电话闭塞法行车：改用电话闭塞法行车，必须有行车调度员命令。由于电话闭塞

法行车时无设备控制，为了防止因疏忽向占用区间发车，造成同向列车尾追，要求车站值班员在接发列车作业过程中，严格按照规定的作业程序和要求进行，以确保接发列车作业安全。电话闭塞法行车时，车站值班员办理接发列车作业的内容、程序与办法如下：

① 办理闭塞：发车站向接车站请求闭塞。接车站确认接车区间空闲，接车进路准备妥当后，向发车站发出承认某次列车闭塞的电话记录号码，并填写行车日志。

所谓进路准备妥当是指接发列车进路空闲、有关道岔位置正确和影响接发列车进路的作业已经停止。闭塞办妥后，因故不能接车或发车时，应立即发出停车子信号进行防护，并由提出一方发出电话记录号码作为闭塞取消的依据，取消闭塞应及时向行车调度员报告。

② 发出列车：发车站接到接车站承认闭塞的电话记录号码后，填写路票交给列车司机，向司机显示发车手信号。列车出发后，发车站向接车站和行车调度员报点，并填写行车日志。

③ 接入列车：接车站在列车停车位置向司机显示停车手信号。列车整列到达停妥后，向列车司机收取路票。

④ 闭塞解除：接车站在列车到达并发出或进入折返线，以及接车进路准备妥当后，向发车站发出到达列车闭塞解除的电话记录号码。向行车调度员报点，并填写行车日志。

需要指出的是，在国内城市轨道交通系统颁布的行车规章中，对电话闭塞法时的接发列车作业内容、程序与办法的规定存在一定的差异。

2. 列车折返作业

根据车站折返线的布置，列车折返主要有站后折返、站前折返和混合折返三种。

（1）站后折返

站后布置的折返线有列车在终点站站后折返时的尽端线折返设备，也有列车在中间站站后折返时的单渡线折返设备，还有列车在终点站站后折返时的环形线折返设备。

采用站后折返方式，出发列车与到达列车不存在敌对进路；列车进出站速度较高，有利于提高旅行速度；列车进出站不经过道岔区段、乘客无不舒适感；此外，采用尽端线折返设备，折返线既可供列车折返，也可供列车临时停留检修。因此，站后折返方式被广泛采用。站后折返方式的缺点是列车的折返走行距离较长。

环形线折返设备能保证最大的通过能力、节约设备费用与运营成本。但它也存在一些缺点，如列车在小半径曲线上运行造成单侧钢轨磨耗，折返线不能停放检修列车，以及如用明挖法施工修建，增大了开挖范围等。某终点站的高架站后环形折返线还修建了车站配线，解决了环形折返线不能停放列车的问题，提高了列车折返作业组织的机动性。

（2）站前折返

站前布置的折返线。有的是列车在终点站站前折返时的交叉渡线折返设备，还有的是列车在中间站站前折返时的单渡线折返设备。

采用站前折返方式，列车无空驶折返走行；乘客上下车一起进行能缩短停站时间；车站正线兼折返线以及站线长度缩短，有利于车站造价的节省。站前折返方式的缺点是出发

列车与到达列车存在敌对进路；因列车进站或出站侧向通过道岔，列车速度受到限制、影响乘坐的舒适感；在大客流的情况下，站台秩序会受到影响。

产生交叉干扰的条件是空间上存在进路交叉、时间上与占用进路的时间相同，两个条件同时具备才能构成真正的进路交叉。在采用站前折返方式的情况下，要完全消除接发列车作业的交叉干扰难度较大。而为了避免进路交叉，只能将接发列车作业在时间上错开，但这样又会对终点站的列车折返能力、甚至是线路的最终通过能力产生不利影响。

（3）混合折返

站后、站前混合布置的折返线采用混合折返方式的目的是为了提高列车折返能力与线路通过能力。混合折返兼有站后折返与站前折返的特点。

3. 折返作业组织

（1）中央控制：列车在进行折返作业前，应清客、关车门。列车折返进路由中央 ATS 自动排列或行车调度员人工排列。在车站有数条折返进路的情况下，应在折返作业办法中规定优先采用的列车折返模式，明确列车折返优先经由的折返线或渡线。在办理列车折返作业时，如要变更列车折返模式，在折返列车尚未起动时，可在通知折返列车司机后，变更列车折返模式。

在自动排列折返进路时，折返列车凭发车表示器的稳定白灯显示进入折返线或折返停车位置。在人工排列折返进路时，折返列车凭调车信号显示进入折返线或折返停车位置。列车停妥后，司机应立即办理列车换向作业，然后凭防护信号机的准许越过显示进入车站出发正线。

在列车自动驾驶时，列车进出折返线的速度按接收到的 ATP 速度码自动控制；在列车人工驾驶时，列车进出折返线的速度根据有关规定，由司机人工控制。

（2）车站控制：车站控制时的折返作业组织，除列车折返进路由车站值班员人工排列，其余与中央控制时相同。原则上，车站值班员按作业办法中规定的优先模式排列折返进路，如要变更列车折返模式，必须得到行车调度员的同意。

复 习 题

1. 列举车站行车设备。
2. 复述行车作业基本要求。
3. 复述车站值班员的岗位职责。
4. 简要说明列车接发车程序。

第 4 章

行车控制中心行车组织

教学目标

1. 列举控制中心技术设备
2. 复述行车调度员的工作流程
3. 复述列车调度的原则
4. 简要说明正常情况下列车运行监控

4.1 控制中心技术设备

城市轨道交通系统犹如一个大联动机，与运输有关的设备、人员紧密联系、协同动作，从而构成了一个庞大的系统性工程。行车调度员是这个系统的指挥官，他能否熟练使用有关运输设备、是否熟悉现场设备，对整个系统的运行起着非常重要的作用。一般情况下，城市轨道交通都设有交通控制中心（或称调度中心），该中心应有以下设备：调度监督、调度集中、行车指挥自动化、列车运行图自动铺画、传真、通信记录、无线列车调度系统及调度命令无线传输，同时在中心应备有相关的行车调度规章制度汇编，如《行车组织规则》、《行车调度指挥规则》、《行车事故处理规则》、《控制中心手册》等，配备调度指挥使用的有关调度命令格式、电报、列车运行图、管辖线路各站平面示意图、接触网供电系统及信号、联锁、闭塞设备等有关资料。

4.1.1 模拟屏

城市轨道交通控制中心一般装有行车、供电、环境控制中央监控终端设备，各模拟屏能够显示现场（如车站、车辆段）设备的使用和占用情况，包括列车运行状态、供电系统情况和车站环控设备工作情况，如图 4-1 所示。

综合显示屏主要显示有关行车的信息，包括轨道电路、线路、信号平面布置、各站及区间线路布置、列车车次及其运行状态。

4.1.2 监视器

在控制中心内，综合显示屏是供所有人员监察，而各类工作台的设备按各种专业功能

图 4-1　轨道交通控制中心

而不同，控制中心的工作台分别设置了列车自动控制系统、自动售检票终端监控系统、通信系统、电力监控系统、防灾报警等操作设备，供有关人员操控及监察日常客运作业及处理故障和事故。

行车调度员配备若干监视终端和一个操作盘，通过监视器可以监视各车站的情况，可对各车站的站台、站厅进行图像监视，并可对监视图像进行切换，同时也可使用移动摄像机进行监控，并对监视的对象进行录像。

4.1.3　通信设备

控制中心的通信设备主要有调度电话、无线调度电话、中央广播等。

（1）调度电话

调度电话是为列车运行、电力供应、维修施工、发布命令等提供指挥手段的专用通信工具，包括调度直通电话、公务电话等。

控制中心设置有防灾调度、行车调度及电力调度直通电话。调度直通电话具有单呼、组呼、全呼、紧急呼叫和录音等功能；各工作台设置有数字电话机通过综合业务数字网（ISDN）可实现与其他部门的通信，并具有会议电话功能，以及来电显示、呼叫转移等业务。

（2）无线调度电话

① 无线调度台。值班调度主管工作台及行车调度员工作台均需设置无线调度台（互为备用），可对列车驾驶员、站场无线工作人员实施无线通信，该设备应具有组呼、紧急呼叫、私密呼叫及对列车进行广播等功能。

② 手持台。控制中心配备多个手持台，作为无线调度台故障时的备用设备，分为车站台、维修台与电力调度台等，在日常交接班时需保持手持台处于良好状态。

（3）中央广播

值班调度主管、行车调度及电力调度工作台分别设置广播控制台，可对各车站、停车场、车辆段等相关单位进行广播，具有人工和自动广播两种模式，并可指定区域广播。

4.2　行车调度机构的组成和行车调度员的工作流程

4.2.1　行车调度机构及其组成

城市轨道交通是技术密集型的公共交通系统。为了实现安全正点的行车，进行不间断的组织指挥和监督，有序组织运输生产，城市轨道交通应进行行车调度工作，并设立不同级别的调度控制中心（OCC）。行车调度工作坚持高度集中、统一指挥、逐级负责的原则。各单位、各专业间要发扬团结协作精神，充分发挥联动机的作用，使各个工作环节紧密联系，协调动作，以实现安全、准确、高效、服务的运输宗旨。调度控制中心实行分工管理原则，按业务性质划分，设置不同的调度工作岗位，通常在调度中心设有行车调度、客运调度、电力调度、环控调度、设备调度等工种。各工种调度各司其职：调度控制中心主任全面负责本线路的调度指挥工作；行车主管负责行车调度员的业务指导、突发事件的指挥与报告、运营统计与分析；设备主管负责本线路各相关设备的管理工作，包括施工管理及安全生产管理等。图 4-2 所示为控制中心组织机构示例，各轨道交通系统可根据自己的具体情况及管理模式设置不同的调度工作岗位，但在控制中心，一般都设置行车调度、环控调度、电力调度等调度工程。

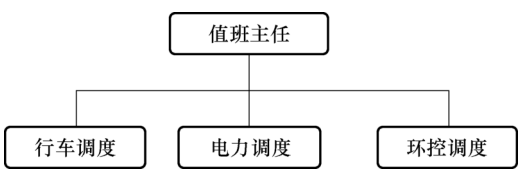


图 4-2　控制中心组织机构

1. 行车调度机构

值班主任（主管）是调度班组工作的领导者，在值班中，接受控制中心主任的领导，负责统一指挥协调各种调度工种及车站、车辆段等相关人员的工作，并组织处理运营中出现的各种故障和事故。

行车调度是一个调度区段行车工作的指挥者，负责监控列车的运行状况，及时掌握列车运行、到发情况，发布调度命令，检查各站、段执行和完成行车计划情况，并且在列车晚点或事故时，组织和指挥车站工作人员、列车乘务员以及相关的各个部门及时采取相应措施，尽快恢复列车运行，减少运营损失。

环控调度主要监控通风、空调、给排水等和环境相关的各种设备，及时调节所管辖区段内的温度、湿度、空气流动速度、含尘量等各种参数，保证环境质量，满足乘客的出行需要。

电力调度主要监控变电所、接触网等和供电相关的各种设备，及时采集各种数据，保

证各个车站、列车供电的可靠性与安全性。

2. 行车调度工作的基本任务

1）负责组织各站及有关行车部门，按列车运行计划行车，监控各站及有关行车部门的执行情况，及时正确发布有关行车命令及指示。

2）监督列车到发及运行情况，遇到列车晚点和突发事件时，及时采取运营调整措施，迅速恢复列车正常运行。

3）遇列车运行调整时，正确指导车站及有关行车部门进行工作。

4）负责线路施工作业的管理。

5）负责工程车、试验列车等上线车辆的调度指挥工作。

6）当发生行车事故时，按规定程序及时向上级主管部门汇报，并采取措施防止事故扩大，同时积极参与救援工作的指挥。

7）建立、健全运营生产的调度指挥等各项原始记录台账及统计，分析报表，并按规定向上级主管部门报告。

8）密切注意客流动态，协同有关部门根据客流变化采取相应的组织方案。

3. 行车调度员应具备的素质

1）具有中等运输专业以上学历，具有运输专业实践工作经验，并经过调度专业知识的学习，熟悉《调度工作规则》、《行车工作规则》、所在公司的各项运输类规章，并取得调度员上岗资格证。

2）熟悉人、车、天、地、电、设备、规章等各种和行车相关的情况。

① 人：熟悉各站值班站长及乘务人员的基本情况，包括业务能力、工作习惯、家庭情况、个性特点等，以便于更好地组织工作。

② 车：熟悉车辆结构、列车的基本工作原理以及主要系统（如制动系统、转向架系统、传统系统等）常见故障的处理方法，以便于在运行时出现故障后能沉着冷静地进行合理调度，使故障的影响降到最小。

③ 天：熟悉天气变化对行车造成的影响。比如：在雨、雪天对站厅、站台的影响；露天线路、天气变化可能给行车工作带来的影响等。行车调度若能及时掌握天气变化，便可以根据不同的天气情况提前采取有效的调整措施，保证列车安全、正点运行。

④ 地：熟悉列车运行过程中途经线路的曲线、坡度、信号机布置、桥隧及建筑物限界等情况。

⑤ 电：掌握所管辖区段线路牵引供电区域的划分以及供电情况。

⑥ 设备：主要指信号设备、环控设备、防灾报警设备、车站监控设备、售检票设备、电扶梯系统、动力照明系统、屏蔽门等和列车运行息息相关的各种设备。

⑦ 规章：行车调度应全面掌握《技术管理规程》、《行车组织规则》、《行车调度规则》、《行车事故处理规则》等各种和列车运营及事故处理相关的各种规章制度。

3）熟悉驾驶员、车站值班员等与列车运行有关的作业人员情况，如工作经历、业务水平、性格特点等，充分调动有关人员的工作积极性。

4）身体健康，无色盲、色弱、高血压、心脏病、传染病、肠胃系统等疾病。

5）熟悉车辆技术状态、使用性能和特点等情况。

6）掌握气候变化、节假日、重大活动等因素对客流增减及对列车运行影响一般规律。

7）熟悉与行车有关的各种技术设备，如线路平纵断面、信号、联锁、闭塞设备，车站折返设备，调度集中设备和通信广播设备等。

8）应具有高度的责任心，爱岗敬业；能承受较强的心理压力，具有良好的心理素质；具有较强的语言表达、人际沟通能力和应急决策能力。

4.2.2　行车调度工作

在各种调度当中，行车调度是运输调度工作的核心工种，担负着指挥列车运行、贯彻安全生产、实现列车运行图、完成运输计划的重要任务。

1. 行车调度员的基本职责

行车调度员是列车运行的组织者和指挥者，其基本职责为

1）组织指挥各部门、各工种严格按照列车运行图的规定和要求行车。

2）组织列车到发和途中运行、监控列车行车和设备运转状况。

3）根据客流变化，及时调整列车开行计划。

4）列车晚点、运行秩序紊乱时，通过自动或人工列车运行调整，尽快恢复按图行车。

5）发生行车事故时，按照规定立即向上级和有关部门报告，迅速采取救援措施，最大限度地减少人员伤亡，降低事故损失，防止事故升级，及时恢复列车的正常运行。

6）安排各种检修施工作业，组织施工列车开行。

2. 行车调度员的岗位要求

由于行车调度员对列车的安全运营起着决定性的作用，因此每个城市轨道交通企业对行车调度员的要求也非常严格，不仅需要扎实的专业知识，还应具备较高的能力（如分析处理问题能力、反应能力，沟通能力等）。

3. 行车调度组织工作

行车调度组织工作是协调与运营有关的各个工种协同工作，在保证安全的前提下，以完成列车运行计划为基本任务。行车调度组织工作是指在营业时间内采用基本列车运行控制方式和基本行车闭塞法情况下的列车运行组织。包括运营前的准备工作、列车出入场作业、运营中的调度指挥、运营结束后的收尾和施工前的准备工作等环节。

行车调度员在工作中，必须掌握指挥主动权；在复杂情况下，能积极主动调整列车运行，以实现列车运行图。必须熟悉与运营有关的工种、人员设备。如：电力、车辆、信号等调度控制系统的使用；熟悉列车运行图和有关规章制度；掌握客流变化的一般规律，灵活运用各种列车调整方法，充分调动有关人员的积极性，确保完成乘客运输任务。

（1）运营前的准备工作

1）在每日运营前，行车调度员要与车站值班员确认线路上所有施工检修作业已经完成、注销，线路空闲，无侵限。

2）根据运营计划，与车辆段运转值班员核对运行图，当日运行车列数应符合运营计划的要求。出场列车需具备以下条件：

① 列车无线电话和车厢广播设备使用功能良好；

② 车载 ATC 设备日检正常、铅封良好；

③ 车辆设备良好。

④ 每日运营前 ATS 需具备以下条件：中央工作站表示正确且一致；所有集中站处于中控状态；方向开关、道岔位置及信号表示正确；确认各终端站折返的主用模式；确认系统的调整方式；消除告警窗内所有无效告警；建立并确认计划时刻表。

3）每日运营前应确保接触网系统、消防环控系统、通信信号系统等与运营有关的设备状况良好。

4）每日运营前各车站及信号楼应按规定做好各项运营准备工作。所有运营有关值班人员应到岗，检查、确认无任何异常情况。

5）每日运营前行车值班员、运转值班员等有关运营人员，应主动与行车调度员校对以控制中心 ATS 钟点为准的钟表时间（ATS 钟点应与北京时间校对），列车驾驶员应在出乘报到时向运转值班员校对钟表时间。

（2）列车出入场（段）

1）列车出场。出场列车为通信与跟踪系统（CATS）所确认的计划列车，并确定列车的出场路径，以及进入运营系统的车站。列车经出场线（入场线）出场，驾驶员凭出场信号机显示的绿色灯光开出车场。列车在出入场无码区按慢速（20km/h）运行，在进入有码区前一度停车，待设置好车次号及接收到速度码后，以 ATO（或 ATP）方式投入线路运营。遇特殊情况时，列车可以凭行车调度员下达命令投入运营。

2）列车回库。入场列车为 CATS 所确认的计划回库列车，列车入场原则由入场线开往车场，图定或经由行车调度员准许的入场列车，可由出场线运行至车场。入场列车在有码区按人工 ATP 方式运行，在一度停车标至车场的无码区，按慢速行车方式限速（20km/h）运行，驾驶员凭入场信号机显示的黄色灯光进入车场内。

车场接入站和车场信号楼的行车值班员需相互办理行车日志的填报，其内容为车次、开车点、到达点、反向运行时尚需注明径路（出场线或入场线）及调度命令号等。在中央控制故障改为站控时，车场接入站和车场信号楼的行车值班员须向行车调度员报出入场列车的车次、到开点，车场信号楼的行车值班员应按运行图规定，组织好列车的出入场工作。

（3）运营中的调度监督

列车进入正线运营后，行车调度员必须时刻关注列车运行动态，确保安全、正常运行。

正常情况下的列车运行组织是指在营业时间内采用基本列车运行控制方式和基本行车闭塞情况下的列车运行组织。目前行车调度员在运营中的调度监督分为两种情况：一是行车指挥自动化时的调度监督；二是调度监督下的列车运行组织的调度监督。

① 行车指挥自动化时的调度监督

行车指挥自动化是利用计算机控制调度集中设备，也是指挥列车运行的一种自动远程遥控设备。在行车自动化时，自动闭塞为基本闭塞法。

行车指挥自动化的基本功能有：由基本列车运行图或计划列车运行图自动生成实际列车运行图；自动或人工监督控制各管辖车站的信号机、道岔及排列接发车进路；跟踪正线列车运行的信息（车次、正晚点）、显示沿线各车站进路占用；自动或人工进行列车运行调整；自动绘制实际列车运行图及运营统计分析报告。

在行车指挥自动化情况下，列车进路自动排列，列车运行自动调整，由电子计算机通过调度集中设备实现当日使用的列车运行图，指挥列车运行。控制中心 ATS 通常储存多套基本列车运行图，经过加开或停运等修改后的列车运行图称为计划列车运行图。使用列车运行图是当日列车运行的实际计划，由基本列车运行图或计划列车运行图生成。行车调度员通过显示盘与工作站显示器，准确掌握线路上列车运行和分布情况、区间和站线的占用情况，以及信号机的显示状态和道岔的开通位置等。行车调度员也可以应用人工控制功能，通过工作站终端键盘输入各种控制命令，控制管辖区域的信号机、道岔以及排列列车进路，进行列车运行组织。

② 调度监督下的列车运行组织

调度监督是一种行车调度员能监视各车站信号机开闭显示、区间闭塞情况和列车运行状态，组织指挥列车运行，但不能直接进行控制的远程监督设备，排列列车进路、开闭出站信号由车站行车值班员操控。通常是地铁新线在信号系统尚未安装情况下投入运营时采用的过渡期内调度指挥方式。为了实现调度监督，除控制中心的显示盘等设备外，还需要在车站安装行车控制台、道岔局部控制设备及出站信号机等临时信号联络设备，在实施调度监督时，双线自动闭塞为基本闭塞法。

为了实现按图行车，行车调度员要努力组织列车正点运行，而组织列车正点始发又是列车正点运行的基础。对始发列车，行车调度员应在列车出库、折返和客流异动等各方面进行具体掌握，以组织列车正点始发。

在始发站列车正点始发的情况下，由于途中运缓、作业延误或设备故障等原因，难免会出现列车运行晚点的情况。行车调度员应根据实际情况，及时采取有效的调整措施，尽可能使晚点列车恢复正点运行或缩短晚点时间。

（4）运营结束后的收尾及施工前的准备工作

运营结束后，首先要核对所有运营列车及备用列车离开运营正线，确保正线线路空闲。

日常的养护维修、施工，原则上利用停营期间进行。作业单位应提前提出计划报运营部，经运营部安排，以检修施工通告的形式下达给有关站、段、总调度所及作业单位。施工前调度员对当晚行车、电力、工务、环控等方面的施工进行核对，落实具体的施工计划、责任人安全细则。

根据施工计划及施工申请，对需要停电区段的接触网通知电调停电，监控施工作业过程。

日常的养护维修、施工，作业负责人应充分做好一切准备，按批准的检修施工计划，提前在车站进行检修施工登记，通过车站值班员向行车调度员申请作业，行车调度员应保证作业时间，并向有关车站、单位及作业负责人发出实际作业命令。作业负责人确认施工

内容及起止时间后，在设好停车防护后方可开工，并保证在规定时间内完成。经检验设备使用性能良好，通过车站值班员报行车调度员申请开通区间，由总调度所下达注销命令号码。如不能在规定时间内完成施工作业，应在规定的施工截止时间前 20min 与总调度所联系，得到批准后方可延长作业时间。

4.3 调度命令

行车指挥原则：

行车组织工作必须贯彻安全生产的方针，坚持高度集中、统一领导，逐级负责的原则。一个调度区段由该区段行车调度员统一指挥。有关行车人员必须执行调度命令，服从调度指挥。

调度命令是调度人员在工作中对行车人员发出的指示或指令，只能由值班行车调度员发布。在组织列车运行的过程中，行车调度员按规定在进行某些行车作业时需发布调度命令，以表示行车调度员在指挥列车运行过程中的严肃性和强制性的指令。在发布调度命令前，行车调度员应详细了解现场实际情况，并认真听取有关人员意见，调度命令内容应简明扼要，术语标准，不得任意简化，各有关行车人员接到调度命令后，必须严格执行。

1. 调度命令的分类

调度命令样式见表 4-1。

表 4-1 调度命令

调 度 命 令

年 月 日 时 分 第 号

受令处所		调度员姓名	
内容			

受令车站 值班员

调度命令有口头命令及书面命令两种。口头命令与书面命令虽然形式小同。但具有同样的严肃性，均须做到规范发令、严格执行。

（1）口头命令

一般为同单个受令对象（一般为列车驾驶员）直接发布的短期性指令。

在无线录音设备正常状态时，行车调度员发布的行车调度命令均以口头命令下达。包

含的内容有命令号、受令人处所、受令人、受令内容、发布日期及时间、调度员姓名及复诵人姓名。

（2）书面命令

一个完整书面命令包括命令时间、命令号码、受令及抄知处所、命令内容、复诵人姓名或接受命令人姓名及调度员姓名（代号）。命令号码应从 1 ~ 100 号、201 ~ 299 号循环使用。一般至少有两个受令对象，须指定受令人员中一人复诵，并填写调度命令登记簿，见表 4-2，受令人员在抄收命令中如有遗漏或不清之处，应及时向发令行车调度员提出核对、更正，还须根据命令内容所涉及的单位或人员，及时转交调度命令，有时还需送达驾驶员，较长时间影响行车的命令一般为书面命令。

表 4-2　调度命令登记簿

月	日	命令发出或接受时刻（时分）	命　令			复诵人姓名	接受命令人姓名	调度员姓名	阅读时刻（签名）
			号码	受令及抄知处所	内　容				

在录音设备故障停用时，遇救援列车、反方向行车及 ATP 切除运行均需发布书面命令，命令内容同上。

2. 调度命令发布要求

1）调度命令须由行车调度员发布。

2）发布前应详细了解现场情况，听取有关人员意见。

3）命令内容应一事一令。先拟后发，书写调度命令应简明扼要、用语标准，遇有不正确的字应圈掉后重新书写，对涉及邻调度区的重要调度命令，应取得调度长同意后发出，发令时应口齿清晰、语速中等。

4）受令处所若为沿线各站及运转，应根据标准填记车站全称或采用标准缩写站名。

5）发令人、受令人、复诵人、复核人必须填写全句。

6）命令中空缺的内容应正确填写，做到不随意涂改。如调度命令内容与固定格式中虚体字内容相吻合时，应及时描实，不需要的虚体字内容用横线划掉。

7）下达命令时，命令号每天由 1 ~ 100 顺序循环使用，每一个循环不得漏号、跳号、重号使用，发令日期、发令时间按实际发令时间填写，并如实记录在调度命令登记簿上，不随意涂改。如有涂改，应由发布命令的调度员盖章确认，发布调度命令后，应及时将调度命令按照顺序号装订成册，做到不遗漏、不颠倒顺序。

8）在日常执行中，如无法及时把调度命令交付驾驶员，应适时完成补交手续。

3. 需发布调度命令的情况

在下列情况下，行车调度员应发布调度命令：

1）区间发生重大、大事故，对开入其邻线的列车。

2）列车反方向运行。

3）变更行车闭塞法。

4）封锁区间、开通区间。

5）列车清客，区间下人。

6）向封锁区间开行救援列车。

7）临时加开或停运列车。

8）后端驾驶列车。

9）载客通过，开行工程列车、调试列车。

10）行车调度员认为有必要的其他情况。

4. 调度命令的传达

行车调度员向驾驶员发布调度命令时，当驾驶员未离段/场前，应发给车辆段/停车场运转值班室，由其负责转达。当列车已出场/段，应由行车调度员向驾驶员直接发布。

行车调度员应使用无线通信系统向驾驶员、行车值班员发布调度命令或口头指示（在通信记录装置故障时，只可以使用调度命令）。有关人员必须复诵正确调度命令内容，可执行的条件具备后，行车调度员才可发布授权执行命令。

5. 调度命令号码的编制

调度命令号码的编制应按不同工种分别编号，行车调度命令号码按日循环，其他工种调度命令按月循环。调度命令日期的划分，以 0:00 为界。各级调度命令的保存期限一般为 1 年。

书面调度命令的填记标准及常用调度命令样板格式

为了使行车调度命令发布规范化、用语标准化，调度命令内容更加准确、简练、清晰、完整，从而提高工作效率，确保安全生产，各轨道交通企业均对常用的行车调度命令格式和用语进行统一，目的是强化发布调度命令的标准化作业，保证行车安全。

（1）书面命令的标准格式

① 区间下入命令（受令者：××站并交××驾驶员）

“自_____时起，准_____单位人员_____，凭令登_____次列车，在_____站至_____站_____行区间抢修施工。”

② 救援命令（受令者：××站至××站，××站交××驾驶员、××驾驶员）

“自_____时起，准_____站_____行故障列车清客，同时，_____次，在_____站清客后开救_____次至_____站（站外）与故障车连挂（牵引/推进）运行至_____站（回段/折返线）。”

③ 限速命令（受令者：××站至××站，运转）

“自_____时起，至_____时止，_____站至_____站上（下）行线列车限速_____公里/小时运行。”

④ 取消限速命令（受令者：××站至××站，运转）

“自_____时起，取消_____站至_____站上（下）行线列车限速_____公里/小时运行。”

⑤ 封锁区间命令（受令者：××站并交运转）

“自_____时起，至_____时止，段（站）发_____次至_____站（站外/折返线），_____站（站外/折返线）至_____站（站外/折返线）封闭，准_____次凭令进入封锁区间。_____次至_____站（站外/折返线）封闭后，封锁区间自行解除。”

⑥ 其他命令（格式自拟）

运行指挥中，如遇其他特殊情况时（即命令内容超出现有标准格式），应由列车调度员将命令内容写在调度命令登记簿中。

（2）口头命令示例（列车清客时）

适用情况：遇列车不能载客运营时，须令驾驶员广播清客，同时通知车站组织清客。

行车调度员发令：“命令号_____，_____次_____号车，_____站广播清客。”

驾驶员复诵：“_____次明白。_____站广播清客。”

4.4　行车调度控制方式

城市轨道交通系统的行车调度控制方式主要与采用的行车调度指挥设备类型有关。随着科学技术的发展，城市轨道交通系统运行控制设备正逐步向自动化、远程化、计算机化发展，行车调度工作逐步由人工控制方式向电子调度集中和行车指挥自动化控制系统发展。

1. 人工调度指挥系统

1）控制调度中心设备。如调度电话、无线调度电话、传输线路。

2）车站设备。如调度电话、传输线路。

3）列车设备。如无线调度电话。

该系统主要由行车调度员通过调度电话向车站值班员直接发布指令，又称电话闭塞法。由车站值班员排列接发列车进路，通过与车站值班员的联系，调度员掌握列车到达、出发信息，下达列车运行调整调度命令。调度员通过无线调度电话呼叫列车驾驶员，发布调度指令，指挥列车运行。列车运行图由行车调度员手工绘制。这种方式通常在线路开通初期、设施设备尚未到位等特殊情况下才使用。

2. 电子调度集中系统

（1）调度控制中心设备。如调度集中总机、运行显示屏、运行图自动绘制仪等。

（2）车站设备。如调度集中分机、传输线路。

（3）机车设备。如无线调度电话、信息接收装置。

调度集中控制设备是一种远程控制的信号设备，目前能实现运行调度指挥的遥信和遥

控两大远程控制功能。它的特点是区间采用自动闭塞，车站采用电气集中联锁，并利用电缆引接到指挥控制中心。控制中心的行车调度员通过中央 ATS 工作站对各车站进行集中控制，可以直接排列进路，直接指挥列车的运行调整，并通过运行显示屏监控列车到达、出发及途中运行情况，及时掌握线路上列车运行及分布情况、各信号机的显示状态和道岔开通位置，确保列车运行秩序正常。

这种基本闭塞方法为自动闭塞法，列车运行采用自动驾驶。在必要时，可由调度集中控制改为车站控制，即将列车运行进路排列权限下放给车站，由车站值班员操作。

3. 行车指挥自动化控制系统（ATC 系统和 CATS 系统）

目前 ATC 系统已被越来越多的城市轨道交通系统采用。通常 ATC 系统由列车自动保护（Automatic Train Protection，ATP）系统和列车自动驾驶（Automatic Train Operation，ATO）系统和列车自动监控（ATS）系统组成。其中：

1）列车自动保护（ATP）系统。该系统强制规定列车运行速度，保证前后列车之间的安全运行间隔。

2）列车自动驾驶（ATO）系统。该系统能够使列车按照 ATS 速度进行平稳调速运行，能够指挥列车在站内正确位置停靠，是 ATS 系统自动调整列车运行的前提。

3）列车自动监控（ATS）系统。ATS 子系统能监控列车运行状态，实时控制列车运行时刻表。

通信与跟踪系统（CATS）是一个实时控制系统，一般由调度控制和数据传输电子计算机、工作站、显示盘、绘图仪等构成，电子计算机按双机热备用配置。

CATS 的主要功能包括：具有运行显示及人工控制功能；能发出控制需求信息，并从轨道线路上及信号设备上接受信息；并由行车调度员人工或自动地将调度指挥信息（如停站时间、运行等级）传递至各集中站 ATC 设备；实现了列车的动态显示，如列车位置、车站到发时分、车次号等；能储存多套列车运行图，如基本运行图、双休日运行图、客流组织运行图，并按照当前使用的运行图调整；监督列车运行，调整列车发车时刻，控制列车停站时分和终点站列车折返方式方法；自动进行列车运行调查、自动绘制实际列车运行图和生成各种运行报告。

4. 行车调度工作分析

（1）调度工作分析的作用及分类

1）调度工作分析的作用：调度工作分析是通过对日常运输工作进行综合分析，肯定成绩，总结和推广先进工作经验，及时发现日常运输中存在的问题，查明原因，寻找规律性的因素，针对存在的问题提出各种解决措施，以便完善工作，为运行图的修改和上级领导的决策提供依据。因此，调度工作分析不仅仅是对日常运输工作进行事后分析，而且要通过分析研究，预见运输工作发展趋势和可能出现的问题，减少运营损失。

调度工作分析必须及时、准确。只有准确的分析，才能客观地反映运输工作的实际情况，恰当的评价工作中的优缺点，以便针对存在的问题，制定可行的解决措施。另外，运输工作具有多变性，这就要求调度工作必须及时分析、及时拟定措施、及时拟定措施、及时采取措施。如果分析不及时，等到分析完问题，提出解决措施，实际情况已经发生变

化，提出的措施没有针对性，因此也就没有作用。

2）调度工作分析的类型：调度工作分析可以分为日常分析、定期分析和专题分析。

① 日常分析应每日进行，在班工作或日工终了时，对日班计划的执行情况及日常运输中的先进经验和存在的问题进行简要的分析。对运输中存在的问题应查明情况及原因，以便采取措施。

② 定期分析有旬分析和月分析，在日常分析的基础上，收集和积累有关资料，建立必要的台账和报表，如运营日报、故障报告等，按时作出旬、月分析，总结经验、发现问题，提出改进意见。

③ 专题分析是运输工作在某一方面或某一指标有比较突出的变化，而且对运输生产产生较大的影响时，分析人员深入现场调查研究，对某一方面或某一指标作出专题分析，并提出改进意见和措施，以改进运输工作。

（2）调度工作分析的主要内容

作为运营管理指挥中心，城市轨道交通控制中心每天都应对行车组织、客运组织及票务管理方面进行总结分析，以适应和改善日后的工作。一般情况下，控制中心的运营调度工作分析主要包括以下内容：

1）运营日报：值班主任每日均须编写运营日报，报告前一天运营计划完成情况。运营日报的主要内容包括：

① 当日完成运送客运量、客车开行情况、兑现率、正点率和月度累计指标。

② 车辆调度提供的运用客车数及投入使用客车数。

③ 客车加开、停运及中途退出服务情况。

④ 耗电量和温湿情况。

⑤ 客车服务情况，包括事故、故障和列车延误及处理。

⑥ 有关工程列车、试验列车运行方面的信息。

2）故障和延误报告：故障和延误报告作为编写运营日报原始资料的一部分，行车调度员应在行车设备发生故障及造成列车延误时，及时编写故障和延误报告。故障和延误报告主要内容包括：

① 发生故障的时间、地点、列车编组报告员及概况（故障现象）等情况。

② 发生故障导致列车延误、影响情况。

③ 采用的调整列车运行的措施。

④ 恢复正常运作的时间。

3）行车事故概况：行车调度员根据每件行车事故及时填写“行车事故概况”，并按规定的时间报运营公司安全监察室和运营主管部门。

4）统计分析工作制度：

① 客车统计分析。运营结束后，控制中心值班主任负责客车统计分析，内容有：计划开行列数、实际开行列数、救援列次、清客列次、下线列次、晚点列数、正点率、列车运营里程。行车调度员对发生晚点的客车记录晚点原因。晚点原因有车辆故障、线路故障、供电故障、通信故障、信号故障、客流过多、调度不当及其他方面。

② 工程车统计分析。

③ 调试列车统计。

④ 检修施工作业及统计分析。首先对前一天的正线、辅助线的检修计划件数和完成情况进行统计，其次对检修施工完成情况进行分析。分析的主要内容包括：日计划、临时计划兑现率，临时计划占全日比例，各单位施工计划完成情况分析，各单位施工计划完成情况分析，检修施工作业清点件数的统计。

⑤ 月度运营技术分析。轨道交通企业通常在每月上旬对上月的运营情况进行技术分析。调度部门根据各室、部相关网络提供的资料，重点对月度运营指标完成情况、行车组织、客运组织、票务管理等情况、设备故障和当月典型事件、故障、事故等进行技术分析，找出问题，提出完善建议。

4.5 列车运行调整

1. 列车运行调整的原则

列车运行图对客车在车站的到发时刻、停站时分及在区间运行时分均作了具体规定，行车调度员应努力确保列车正点运行。但是在日常运输组织中，由于线路施工、列车运缓、自然灾害、设备故障、旅客上下超过图定时间、行车事故以及指挥不当等影响，经常会发生列车停运、加开、早点、晚点的情况。使每天开行的列车数、运行时刻等与列车运行图有出入。列车的开行是一个系统工程，任何一个部门的工作失误都会影响到列车的正点运行，因此与列车运行有关的各部门，必须切实按照列车运行图合理安排本部门的工作。

列车运行调整工作应遵循以下原则：

（1）坚持按图行车，提高列车正点率的原则

列车正点率是衡量城市轨道交通运行质量的重要指标，是运输管理水平的综合体现。在列车运行调整中，要加强调度指挥水平，严格按图行车，提高列车正点率，确保列车正点运行，重点抓好特殊时段（如上下班高峰、大型活动时）的运行组织工作。

（2）单一指挥原则

行车调度员要努力提高调度指挥的科学性，在列车运行调整的过程中，与行车有关的各部门的工作人员，必须服从行车调度员的集中统一指挥，各级领导和主管领导对列车运行的指示，要通过所在区段行车调度员去实现，坚决杜绝命令出口或多头指挥，维护调度命令的严肃性和权威性。

（3）下级调度服从上级调度指挥的原则

在列车运行调整中，必须严肃调度纪律，下级调度必须服从上级调度的指挥，车站调度员必须听从行车调度员的指挥，对不认真执行命令、指示而影响列车运行者，要追究责任，严肃处理。

（4）安全生产的原则

调度指挥必须坚持安全生产，正确及时地指挥列车运行。杜绝因调度指挥不当而造成

事故隐患。当出现危及行车安全的情况时，要正确、及时、妥善处理，提高应变能力。行车调度员必须正确、及时、清晰地发布调度命令，以保证列车安全为重点，组织列车安全运行。

（5）按列车运行状态及等级进行调整的原则

行车调度员在进行列车运行调整时，对处于正常状态下运行的各次的列车，应按列车运行图正常办理；对不能按列车运行图运行的列车，应及时做出调整，尽快恢复其正点运行，在调整上，晚点列车应服从正点列车，一般列车服从重点列车。列车等级顺序排列为：专运列车、旅客列车、调试列车、回空列车、其他列车。在抢险救灾的情况下，优先放行救援列车。

2. 正常情况下的列车运行监控

城市轨道交通具有运能大、行车密度高、运行间隔短、运营安全、受气候影响小等优点。根据目前采用的信号设备，正常情况下的运行组织分为调度集中控制、调度监督下的自动运行控制和半自动运行控制 3 种模式。

（1）调度集中控制

调度集中控制条件下的列车运行组织，是在调度控制中心行车调度员的指挥下，利用集中设备，对车站上列车的到、发、通过、折返等作业进行远程控制和调整，行车调度员是唯一的行车指挥者和操作者，车站一般不参与行车指挥工作，只是对有关作业进行监督。

调度集中控制设备必须具备以下功能：

① 车站采用电气集中联锁或微机联锁，能够对车站的设备（如道岔、进路）进行远程控制，车站设备要保证列车的安全运行。

② 行车调度员能够通过调度监督设备（微机显示器或显示屏）监护列车在线路上的运行状态、所有的信号显示、道岔位置及进路的布置。

③ 行车调度员能够远程控制车站的道岔转换、进路排列、信号开放、指挥和调整列车的运行。

④ 设有自动或人工绘制列车运行图的设备。

（2）调度监督下的自动运行控制

这是目前城市轨道交通采用的主要列车运行方式。它是利用计算机技术对列车实行自动指挥和自动运行监护，并利用列车自动保护（ATP）系统保护列车运行安全。在正常情况下，系统能够根据列车运行图自动排列车站的接发车进路，列车按照列车自动驾驶（ATO）系统模式自动运行。调度监督下的自动运行控制应能实现以下功能：

① 计算机系统内存储多套列车运行图，根据实际使用的列车运行图实现列车自动运行。

② 调度监督能够对运行的列车实时跟踪监控，对线路占用、道岔位置、信号显示、进路布置能够通过终端系统显示其状态。

③ 能够实现集中控制系统和车站控制系统控制权的转换。

④ 能够自动或人工对列车运行作出必要的调整，包括车站进路排列、道岔转换、信

号开放等。

⑤ 列车运行一般采用 ATO 系统模式，必要时转换为人工控制，列车占用区间的凭证为列车收到的速度码。

⑥ 列车自动保护（ATP）系统为列车运行安全提供保证，使前后列车保持必要的间隔。

⑦ 能够自动或人工绘制列车实际运行图。

（3）调度监督下的半自动控制

调度监督下的半自动控制是在调度控制中心的统一指挥和监督下，由车站控制列车进路的排列、信号开放等作业的一种运行模式。这种模式在早期运营的城轨中采用，并一直沿用到现在。在新修建的城轨中，信号系统尚未安装调试到位、过渡期运营时也可采用此模式。在正式运营中，当中央 ATS 发生故障，或者特殊情况下进行运行调整时，也可采用此模式。

调度监督下的半自动控制应实现以下功能：

① 车站采用电气集中联锁或微机联锁，能实现进路排列、道岔转换、信号开放等功能。

② 能够实现线路状况、进路占用情况、道岔位置、信号等状态的实时监控，对列车的运行进行监护。

③ 能够对列车运行的数据进行记录，便于调阅。

④ 车站能够根据行车调度员的指令调整列车运行。

⑤ 人工或微机绘制实际列车运行图。

3. 非正常情况下的列车运行调整方法

在正常情况下的列车能够按照列年运行图规定的时刻运行，实现按图行车，对于较小的行车延误，系统可自动进行调整干预，努力实现列车正点运行。

列车的正点运行，应首先保证列车的正点始发，这是基础，当出现列车途中运缓、作业延误或设备故障造成列车运行晚点时，特别是在某些特殊情况下，如重要政治活动、重大体育赛事、文化演出或线路出现突发紧急事件时，行车调度员应根据晚点的实际情况，按照上级指示及时、准确地作出调整的措施，以满足实际运营需要及时作出调整的措施，尽快恢复列车运行秩序的正常。

常用的列车运行调整方法有以下几个方面：

（1）始发站提前或推迟出发列车。

（2）根据列车的技术状态、线路允许速度，改变列车等级，组织列车提高速度，恢复正点运行。

（3）组织列车在车站快速作业，缩短停站时间。

（4）组织列车载客通过，又称为列车跳停。一般情况下不采取此措施。只有当某一列车因故晚点，对后行列车大量拥堵，且在短时间内无法恢复，造成运行秩序紊乱，系统无法及时调整时，行车调度员可以适当地将该列车不停车（放站）通过某些车站，使该列车缩短运行时间，减少对后续列车的影响，恢复列车的正常运营秩序。

行车调车员应严格掌握跳停的使用，下列情况下原则上不允许使用跳停：客流量较大的车站；该列车为首、末班车；连续两列车跳停同一车站；列车运行的高峰时段；广播出现故障的客车。

在实际使用跳停时，应在始发站乘客上车前作出安排，途中需要安排时，应提前两站通过广播或其他方式通知乘客。

列车跳停的设置可由行车调度员在中央工作站完成，也可以由调度员命令驾驶员在当次列车上完成。列车跳停仅对 ATO 运行列车设置有效。

（5）加开备车。当出现列车晚点、客流异常、列车故障、开行专列等情况时，可以使用加开备车的调整方法。备车可以从自备车停车线或车库进入正线投入运营，从而提高运能，解决运输瓶颈。该方法应该成为一种常用的调整方法，可以有效地解决短时运力紧张的局面。

（6）列车清客。是指在列车运行过程中，出现某些异常情况（如列车故障、线路故障、自然灾害、火灾、爆炸等），无法保证列车运行安全、正常行驶，或因列车调整的要求，列车改变正常的行车路线时，需要进行清客作业。

当列车调度员做出清客决定后，应及时通知驾驶员车站做好准备，驾驶员、车站负责做好乘客的解释工作，驾驶员关闭车厢照明，车站协助驾驶员做好清客工作，清客完毕后，由车站通知驾驶员关闭车门，驾驶员请示行车调度员后起动列车。

遇旅客不配合清客作业时的处理：清客 2min 后，若车上有旅客未下车，车站应通知驾驶员车内乘客情况，驾驶员应与行车调度员联系，确定开车还是再次清客。若客车上的旅客未清完，则在列车退出运营的最后一个车站再次清客，并及时通知车站工作人员给予配合。若旅客在客车退出运营的最后车站仍然不下车，行车调度员指示列车回库后，通知车库的工作人员及公安解决善后问题。

（7）列车反方向运行。一般情况下，城市轨道交通线路均为双线设置，上下行列车各自运行，互不影响。列车反方向运行主要适用于特殊情况下的列车运行调整以及救援列车的开行。通常列车反方向运行都没有 ATP 系统，因此只有在满足一些必要条件后，行车调度员才可以考虑使用这一调整措施。

列车反方向运行的办理方式有人工 ATP 驾驶方式和切除 ATP 人工驾驶方式两种。

只有当列车反方向运行区段设有 ATP 速度码时，才可以采取人工 ATP 驾驶方式。此时，列车反方向运行按人工 ATP 方式办理，行车凭证为列车收到的速度码，发车凭证为行车调度员命令，区间运行按列车收到的速度码执行。

当列车反方向运行区段没有速度码时，采用切除 ATP 人工驾驶方式。列车的行车凭证为行车调度员下达的调度命令，列车发车间隔需满足站间区间空闲的要求，列车运行速度按行车调度员指令或按规定速度运行，行车调度员下达反向切除 ATP 运行的调度命令时，应封锁与反向运行区段末端相邻的一个站间区间，严禁对向列车进入该封锁区间，确保行车安全，同时行车调度员应跟踪调度指挥，保证反方向列车的运行安全。

（8）隧道内线路积水时的行车。巡道、巡检人员，驾驶员及其他行车有关人员发现隧道线路积水时，应立即报告行车调度员，行车调度员要及时通知相关维修部门进行抢险，

并根据需要下达抢险命令。

积水区间的列车运行速度按行车调度员下达的命令规定执行，列车运行以 ATP 方式进行，越过积水区间，到前方站后恢复 ATO 方式运行。

由于天气或设备的影响，造成地下隧道内发生积水情况时，为了保证列车运行安全和运行秩序，要根据积水面距轨面高度的不同，设定列车的不同行驶速度。当积水面距钢轨轨面的距离越小时，表明积水越深，对行车和列车车辆的影响也越大。因为此时列车驾驶员无法判断线路状况是否符合行车安全的要求与条件；列车通过该段线路时，水是否会进入列车下部设备，特别是电机、电器设备等，造成电器短路，损坏列车。

行车调度员在指挥行车的同时，应按有关程序上报，尽快查明隧道线路积水原因，通知有关人员按照相应的预案，采取抢险措施排除积水。抢险人员随列车进出积水区间，应配备通信工具，并做好自我及领线防护。地下线路或地面、高架线路夜间抢险时，行车调度员须令相关车站的行车值班员启动积水区间的照明。

（9）地面车站或区间遇大雾、暴雨大风等恶劣天气时的行车组织。

① 地面车站或高架线路遇大雾时

列车按原来的 ATO 方式运行；列车进站时，驾驶员要加强瞭望、鸣笛示警，遇有险情时，立即采取停车措施；车站要加强组织，执行恶劣天气下的组织预案，特别要强调站台组织，注意旅客的乘车安全，避免出现人身伤亡。

② 地面车站或高架线路遇台风、暴雨时

列车继续以 ATO 方式运行，列车进站时，驾驶员要加强瞭望、鸣笛示警；车站要执行恶劣天气下的组织预案，强化站台旅客组织，注意利用广播提示旅客客车的运行信息，注意人身安全，遇有险情时，及时采取停车措施。

当发生 10 级（含 10 级）以上台风时，列车要采取停运措施，并进入到安全的车站待命，并尽可能使列车利用折返线转入地下运行，执行小交路运行。同时车站要及时利用广播、站台车厢内电视等形式告之旅客列车运行的有关信息。

（10）列车推进运行

列车推进运行时的行车凭证为行车调度员下达的调度命令。前部列车负责列车的运行瞭望，前后列车要随时保持运行信息的沟通，确保运行安全，列车推进运行按人工驾驶方式有关规定运行，并按规定的限速（如 30km/h）运行。遇无线电话故障时，前后部驾驶员要在就近的车站领取对讲电话，以保持联系。推进列车的停靠站及站台由行车调度员安排。

（11）大客流情况下的运行组织

随着我国城镇化进程的加快，城市人口急剧增加，经常出现在某一时段、某一地区大客流突发的情况，此时需要采取一些及时的措施疏散客流，防止出现意外事件。

① 当某一车站出现大客流时，客运调度员要通过各种渠道及时发布相关信息，通知全线各站，并告知乘车的旅客，并请轨道公安部门配合，组织好车站客流的疏散和安置工作。

② 如站内客流超过安全容许的程度，要及时采取封站措施，禁止旅客进入，做好站

外到站厅客流截流工作，以减轻站台的压力，并处理好乘客的情绪；同时，请求其他运输方式的配合，共同输送旅客。

③ 如遇大客流发生在轨道换乘站，相邻线路的行车调度员要互通信息，加强配合，尽可能通过其他车站换乘旅客，当换乘站客流持续增长要及时通知相邻换乘站启动“换乘站客流组织应急预案”。

当换乘站客流超出容许限度时，要采取限制换乘人数、临时关闭换乘通道、临时停售车票等措施，并请轨道公安部门配合好旅客的组织工作，同时通过广播等媒体及时向旅客通报有关信息，稳定乘客的情绪，避免出现乘客拥挤、摔倒等现象，确保安全。

当大客流得到有效疏散、客流恢复到正常水平时，车站及时向行车调度员汇报，取消应急预案，打开封锁的换乘通道，恢复正常运营行车。

复　习　题

1. 列举控制中心技术设备。
2. 复述行车调度员的工作流程。
3. 复述列车调度的原则。
4. 简要说明正常情况下列车运行监控。

第 5 章

车辆基地作业组织

教学目标

1. 阐述车辆段行车设备
2. 能够编制车场行车作业计划及车场接发车作业
3. 能够编制调车作业计划及调车作业

5.1 概述

1. 车辆段与综合基地

车辆段及综合基地包括车辆段、综合维修中心、材料总库、教育培训中心和必要的生活设施，是保证轨道交通系统中各项设备处于良好状态、确保行车安全的场所。其服务对象包括移动设备（车辆）、机电设备（如车站的自动扶梯、屏蔽门、乘客导向设施、环控设备、给排水设备等）、供电设备（如变电站、变电所、接触网、电力电缆等）、通信信号设备、轨道、桥梁、隧道、房屋建筑等固定维护设施和部门。

（1）车辆段

城市轨道交通车辆段主要担负着一条或几条线路城市轨道交通车辆的停放、检查、维修、清洁整备等任务。有的车辆段还负责乘务人员的组织管理、出乘、换班等业务工作，并相应配备乘务值班室等设施。

1）车辆段的类型：车辆段根据功能可分为检修车辆段（简称车辆段）和运用停车场（简称停车场）。车辆段根据其检修作业范围，可分为架（厂）修段和定修段。独立设置的停车场隶属于相关车辆段。

2）车辆段的必备设施：

① 停车场。车辆段应有足够的停车场地，以确保能够停放管辖线路的回段电动车辆和工程车辆；车辆段的位置应保证列车能够安全、便捷地进出正线运行，并保证车辆段出入线坡度、长度适宜。停车场应以库内停车为主，在不能满足现有列车数量停放的情况下，可使用露天式等其他类型的停车设施。

② 检修库。车辆段内需设检修库，包括架修库、定修库和月修库；列检作业在列检库或停车库（线）进行。架修库、定修库内要有桥式起重机和架车设备、车轮镟削机床及

存轮库，必要时应设不落轮车轮镟床，设置转向架、电机、电器、制动机维修车间，转向架等设备的清扫装置，单独设立的喷漆库，车辆配件仓库等。

③ 洗车设备。在车辆段内一般安装自动洗车机，用于自动清洗，完成喷淋、去污、上蜡、吹干等洗车作业。为保持车厢内部以及难以自动清洗部位的整洁，还需设置专用的车辆人工清扫线。

④ 运营管理用房。根据运营管理模式的要求，多数运营单位在段内设有相应的办公室，包括乘务队办公室、运转值班室、信号值班室、乘务员备乘休息室、内燃机工程轨道车驾驶员休息用房等。段内还应有设备维修车间，负责段内的动力设施及通用设备维修。

⑤ 维修管理部门。车辆段内一般还有为该城市轨道交通线路供电、通信信号、工务和站场仓库建筑等维修的管理单位。

⑥ 其他设施。基地内还有测试列车综合性能的试车线，存放内燃机车、工程车的车库；机关办公楼与其他服务设施，如培训场、食堂及供处理火灾等紧急事务的专用通道等。

3）车辆段的主要功能：

① 列车的停放、调车编组、日常检查、一般故障处理和清扫洗刷、定期消毒。

② 车辆修理——月修、定修、架修与临修。

③ 车辆的技术改造或厂修。

④ 段内通用设施及车辆维修设备的维护管理。

⑤ 乘务人员组织管理、出乘计划编制、备乘换班的业务工作。

根据各城市线路的情况不同，可以另外设置仅用于停车和日常检查维修作业的停车场或检车区，管理上一般附属于主要车辆段，规模较小，其功能主要为

① 列车的停放、调车编组、日常检查、一般故障处理和清扫。

② 车辆的修理——月修与临修。

③ 可另设工区，管理乘务人员出乘、备乘倒班。

4）车辆段及综合基地的设置与选择：车辆段及综合基地作为城市轨道交通的车辆停放和检修基地、设备维修和材料供应基地、人员培训基地，具有占地面积大、工程造价高、设备及技术接口复杂、与市政设施接口密切等特点。为了实现土地资源的综合配置和合理利用，提高设备使用效率以及轨道交通建设和服务水平，在进行城市轨道交通网络规划研究时，就必须对路网中车辆基地布局进行统筹规划，明确各自的分工、任务范围以及建设时机，经济合理地在路网中配套建设完善的车辆运用检修设施。在网络化运营的条件下，在城市用地规划许可、技术经济条件合理时，可以在路网中的合理位置修建不同规模的车辆基地和维修设置，满足车辆等设备技术检查以及故障抢修的需要。总体来说，车辆基地功能划分和各项设施的配置，应根据轨道交通线路规划、既有轨道交通设备情况和城市规划的具体条件分析确定。规模设计应初、近、远期相结合，车辆配备按设计初期运输需要购置，以后根据运输的发展逐步添置；基地内股道、房屋等土建设施和机电设备配套等应按近期需要设计，用地范围按远期规模控制。

（2）综合维修中心

综合维修中心（简称维修中心）是指城市轨道交通系统中各种设备和设施的维修管理单位。它的业务范围较广，涉及轨道交通线路、路基、轨道、桥梁、涵洞、隧道和房屋建筑等设施的维护与保养，以及供电、通信、信号、机电设备和自动化设备的维修保养与故障修理工作，目前国内各城市地铁公司把维修单独成立一个分公司或部门，如北京地铁运营有限公司下设机电分公司、供电分公司、通号分公司及线路分公司等。

1）基本功能：综合维修中心是轨道交通系统的重要组成部分之一，一般应具有以下基本功能：

① 承担全线轨道、道岔、隧道、路基等建筑及设备的日常维护和定期检修任务。

② 承担全线车站建筑、站内装饰、导向标志、出入口设施、风亭等日常维护和定期检修任务。

③ 承担全线各种变电所、接触网、供电线路及设备的运营管理、日常维护和定期检修任务。

④ 承担全线各种机电系统及设备，包括环控系统、给排水系统、电梯及自动扶梯等设备的运营管理、日常维护和定期检修任务。

⑤ 承担全线通信、信号系统的运营管理、日常维护和定期检修任务。

⑥ 承担全线车站设备监控系统（BAS）、火灾报警系统（FAS）、电力监控与数据采集（SCADA）系统等的日常维护和定期检修工作。

2）设置原则：

① 综合维修中心可分别设立供变电、接触网、通信、信号、机电、土木、建筑等专业车间和流动维修班组，任务量不大时可设综合性维修车间和流动班组。

② 各车间规模应根据各项设备种类、规格、数量和确定的修理周期等进行计算，并结合检修工艺要求及总体要求确定。

③ 正线区间及车站中的各项设备的维护、检测、试验均以现场作业为主、回送综合基地检修为辅的方式进行，设备的大、中修以外。

④ 使用效率较低的设备，如接触网检测车、接触网放线车等特种车辆，应考虑多条线共用；部分仪器、仪表可考虑与车辆段内其他车间设备共用。

⑤ 综合维修中心根据各专业任务量，可分别或集中设置生产调度室和技术室等行政办公设施。生产车间按作业性质，分为机电车间、修建车间、工务车间、通号车间和接触网工区等，还应设置与检修配套的配电间、压缩空气管道等辅助设施。

（3）材料总库

材料总库担负着轨道交通系统材料、配件、设备和机具，以及劳保用品等的采购、存放、发放和管理工作，为轨道交通工程各系统的建设、运营和维修所需材料、机电设备和配件等提供储存和供应服务，并负责材料的采购、保管和发放工作。在工程建设期间可作为工程材料、设备的临时存放地。

材料总库由机电库、特殊配件库、材料库、易燃品库、卸料线及堆场等组成。存放量小时，也可将机电库、特殊配件库、材料库合并布置，形成综合材料库，有条件时可采用自动化立体仓库。易燃品库用于存放氧气、乙炔、氢气、油脂，化学物品等，应单独设置

并分成隔间。材料库的布置宜邻近卸料线和堆场。

（4）培训中心

培训中心负责组织和管理车辆段及综合基地职工的技术教育以及培训。城市轨道交通系统网络一般宜共用一个培训中心。中心内应设有教室、设备室、教职员工办公室以及配套设施。

2. 车辆段技术设备

（1）车辆运用设备

车辆段（停车场）需配备停车列检库、周月检库、车体清洁洗刷设备及相应线路等设施，车辆通过这些设施完成日常的运用整备作业。

有时将作业性质相近的停车列检库和周月检库设计建成运用库。根据总平面布置的具体情况并经厂房组合方案比较，有时也将周月检库单独设置或与定临修库等其他厂房合建。

停车列检库是建库还是棚，宜根据当地气象条件确定，南方炎热多雨地区可设棚，北方寒冷多风地区应设库。尽端式停车列检库的库线按每线至多 2 列位设计；贯通式车库中，每线停放列位不应大于 3 列位。周月检线按一线一列位考虑。运用库中各种库线宜根据车辆的受电方式设置架空接触网或地面接触轨。地面接触轨应分段设置并加装安全防护罩。库线上方的架空接触线应按列位设置隔离开关和分段绝缘器。

为了方便列检作业，停车列检库中设置柱式检查坑，股道两侧地坪低于库内股道轨顶形成低位作业地坪，检修人员可以很方便地对车辆进行日常检查和保养。周月检库除了采用柱式检查坑外，股道间还宜设置高架作业平台，方便工人进出车厢和上下车顶，以满足车门、车体内装、受电弓和空调的检查保养的作业要求。为安全起见，高架作业平台设置与隔离开关联锁的标志灯和平台安全锁。运用库中，根据工艺要求设动力和局部安全电压照明电源，并考虑上下水和压缩空气管路设施。库中检查坑侧壁也应设安全电压照明及其插座。

（2）检修库主要设备和设施

为了实现车辆检修工艺要求，根据车辆段所承担的任务范围，段内宜配套建设大架修库、定临修库、静调库、吹扫库、喷漆库、部件检修试验间以及相应的线路和试车线等。

1）大架修库：大架修库负责车辆大修、架修作业中的架车、部件解体、解钩、车体修整（铝合金模块化车体）、部件组装、落车等检修作业。

大架修作业中，车体与走行部分解的常用方法有架车体与吊车体两种。吊车体方式中，库内设置专门的解体组装线，由大吨位桥式起重机配套库线上的检查地沟，实现走行部与车体间的分解与移位。通过库内设置地下同步架车机完成走行部与车体的分解，通过室内移车台将车体移位。大架修库主要结构尺寸包括车库的跨度、长度和高度。

库内配备移动式升降平台等设备，方便检修人员上下车辆，以及车底电气箱柜的拆装作业。根据需要在库内敷设压缩空气管道、交直流电力插座（或配电箱）及低压照明插座等。

2）定临修库：一般将定修作业与临修作业合库布置，形成定临修库。定修作业量较

小时，也可将静调与定、临修合库设置。

3）喷漆库：喷漆库宜独立布置或设于联合基地的边侧。库内设置静电喷漆设备和机械通风设备，各种电器及照明设备应满足防爆要求。

4）不落轮镟轮设备：不落轮镟轮设备可在轮对不与车体分解时对轮对的轮缘和踏面进行修理加工，使同一转向架上的轮对在加工后有合适的公差配合。不落轮镟轮设备必须设于库内，设备两端的线路长度各满足一列车的长度需要。

车辆定修、临修、架修、大修过程中，除机加工设备、起重设备、电焊机、充电机、移动式空压机、探伤仪等标准设备外，还需要一部分专用设备，以完成车体及零部件的清洁、吹扫、干燥、修理、试验和调试等工作。

（3）车体外皮洗刷机

目前国内车辆段和停车场都设置机械式洗车设备，包括洗车机、洗车线和洗车库。

洗车线宜布置在出入线端的咽喉区头部，并与入段线平行，方便车辆入段后直接洗刷，然后直接入停车列检库。当地形限制时，洗车线也可尽端式布置于停车列检库的入段线侧。当洗车线尽端式布置时，也可将洗车线与不落轮镟轮线并列设置，洗车库与不落轮镟轮库合并，减少占地面积。洗车库两端的线路长度应各满足一列车的长度需要。

采用通过式洗车工艺，可以满足车体两侧以及端部的清洗。对于接触轨受电方式的车辆，洗车机还应具有清洗顶部的功能。

完整的洗车程序包括以下 7 个工位：预湿、预冷（热）工位，头、尾部刷洗工位，车体侧面初刷洗工位，侧面次刷洗工位，初冲洗工位，侧面精刷洗工位，终冲洗工位。冲洗水应考虑回收利用。

我国在 20 世纪 90 年代初期开始轨道交通建设时，由于车辆大部分采用进口，对相应的检修制度、检修工艺以及专用设备的要求了解不多，又受制于融资条件，配套进口了大量设备，如不落轮镟轮车床、车体外皮清洗机、室内移车台、架车机、电机试验设备等，购置费占到设备总投资的 70% 以上。现在，有关企业、科研单位投入了大量人力、物力对上述设备进行开发研制，很多产品已趋于成熟，目前我国的车辆段设备国产化率已达到 90% 以上。

5.2 车场内行车作业组织

1. 列车作业过程

（1）车场行车作业组织

车场内的常见设备包括线路、信号进路和控制设备、运转日常管理以及各类机电设备、检修设备、列车存放和其他辅助设备。车场可为正线运行列车提供各类后勤保障、服务，确保正常的运营秩序；车场是运行勤务人员的重要工作场所，为运营相关人员提供后勤保障、服务。在车场还可完成除电动列车以外的各类运营相关设备保障工作。

车场行车作业是整个城市轨道交通系统行车组织的重要组成部分之一，它在上级运营指挥部门的统一指挥下，按运行图制定的行车计划完成日常的车辆运行工作，其日常工作

范围包括：

1）负责所辖各运行线路内的电动列车运行、检修、整备任务，确保上线运营和列车状态良好。

2）确保上线运营列车准点出场、回库，能顺利进行运行列车的调整。

3）配合维修人员完成列车的保养、维修、调试等工作。

4）安排场内调车作业以及正线开行施工列车。

5）协调场内各专业技术工种在规定范围和规定界面的施工作业。

6）协助正线事故救援工作。

7）编排列车运行计划，按运行图要求配置列车及乘务人员。

8）对车辆乘务人员及站场行车人员的行政管理、技术管理等。

（2）列车运转流程

1）列车运转流程：列车运转流程指的是每日列车运行过程，包括 4 个环节，即列车出场、列车正线运营、列车入场及列车场内检修及整备作业。这些作业由列车运行部门各个岗位协同配合共同来完成。

2）列车出车作业：列车出车作业包括编制发车计划、乘务员出乘、列车出库与出段 3 部分。

① 编制发车计划。发车计划由运转值班员根据列车运行图、运营检修用车安排、车场线路存车情况等编制，内容包括列车车次、待发股道、运行车编号等。编制发车计划时，应注意避免交叉发车和保证列车出库顺序无误。发车计划编制完毕后，除应将计划下达给信号楼值班员外，运转值班员还应将计划中列车车次、车号、有无备车、备车车号上报给行车调度员。

② 乘务员出乘。乘务员应在充分休息的情况下出勤，按规定时间、地点办理出勤手续，领取相应物品。在办理出勤手续时，乘务员应查看行车告示牌上的行车命令、指示及安全注意事项，了解列车出库股道，并认真回答运转值班员的提问，听取运转值班员传达的有关事项。

办妥出勤手续后，乘务员应对安排值乘的列车按突出重点、兼顾一般的原则进行出车前检查，检查合格后方能发车。检查时发现车辆故障不能担负列车任务时，应及时上报运转值班员并按其指示执行。运转值班员应立即通知检修部门检修故障列车，及时调整乘务员值乘列车的出车次序，并向信号楼值班员传达变更出车计划。

备用乘务员应与值乘乘务员同时出勤，完成备用列车检车程序后，备用乘务员应在车上待命。在发车工作结束后，方可回到乘务员休息室待命。

③ 列车出库与出段。列车起动前应确认信号开放与库门开启正常，并注意平交道是否有人员、车辆穿越。在规定的出库时间已到而出库信号仍未开放时，乘务员应主动询问信号楼值班员，联系不上时可通过运转值班员询问。

正常情况下，列车经由出段线出段。列车出段凭防护信号机的显示，在出段线的有码区按人工 ATP 方式运行，在出段线的无码区按限速人工驾驶方式运行。在设备故障（咽喉道岔、道岔区轨道电路、牵引供电）或检修施工（车厂路线、信联闭设备、接触网）

时，列车可以由入段线出段，但应得到行车调度员准许。信号楼值班员在办理列车发车作业时，应确认区间空闲（出、入段线视为区间），停止影响发车进路的调车作业。

3）列车正线运行：从车辆运行角度，列车正线运行主要涉及列车运行交路、列车驾驶员作业和乘务员正线交接班等。

① 列车运行交路。列车正线运行的循环交路以及列车在两端折返站的到、发时刻和出入段时间、顺序由车辆周转图规定。

② 列车驾驶作业。乘务员在值乘中应注意力集中、严禁违章行车。在发现异常情况时，要及时采取措施排除故障和险情，确保行车安全和乘客安全。

③ 正线的交接班。乘务员在正线交接班时，接班乘务员应按要求出勤，交班乘务员应将列车技术状态、有关行车命令与注意事项交代清楚，并填写在驾驶员报单上。如接班乘务员未能按时到达，交班乘务员应坚守岗位，及时报告行车调度员。

4）列车收车作业：列车收车作业包括列车入段与入库、库内作业两个部分。

① 列车入段与入库。正常情况下，列车由入库线回段。列车入段凭证为防护信号机的显示，在入库线的有码区按人工 ATP 方式运行，在入库线的无码区按限速人工驾驶方式运行，在设备故障或施工作业时，列车可以从出库线入段，但应取得行车调度员的准许。信号楼值班员在办理接车作业时，应确认接车线路空闲，并停止影响接车进路的调车作业。

② 库内作业。列车进入车库停稳后，乘务员应对列车进行检查，在确认列车无异常后携带列车钥匙、驾驶员报单及其他相关物品办理退勤手续，然后向乘务组长汇报当日工作情况，听取次日工作安排与注意事项。

在发现列车技术状态不良时，乘务员应向运转值班员报告并做好记录。在发生列车晚点、掉线、清客、行车事故与救援时，运转值班员须组织当事人及有关人员填写情况报告，并立即报有关部门处理。

5）列车整备作业：列车整备作业分为清洗、检修和车辆验收 3 个部分。

① 列车清洗。列车清洗包括内部清扫、清洁和车身清洗，列车清洗工作根据清洗计划进行。清洗时的动车按调车作业办理。

② 列车的检修。列车回库停稳后，运转值班员应及时与检修部门办理车辆交接，检修部门按计划进行检修作业。

③ 车辆的验收。检修完毕的车辆应及时与运转值班室办理移交手续，运转值班室须派专人对车辆技术状态进行检查，验收确认车辆符合正线运行的要求。

2. 乘务管理

乘务员是轨道交通行车关键工种。列车在区间运行时，乘务员负责列车安全与乘务安全。因此，必须加强乘务管理。合理选择乘务方式，优化配备乘务员，努力提高乘务管理水平。

（1）乘务制度

1）定义：乘务制度是列车乘务员（驾驶员）值勤的一种工作制度，它表示列车乘务员对运行列车值乘的方式。

2）类型：地铁运输运行管理中通常使用包乘制和轮乘制。

3）区别：

① 轮乘制是列车驾驶员在运行的整个工作中轮流参加运行列车的制度。其特点为

a. 节省参与运行的驾驶员人数，其配量可减少到最小程度，有较高的工作和管理效率。

b. 能够比较合理地利用列车台数，降低车辆使用成本。

c. 对列车驾驶员的技术素质要求较高，对列车（车辆）性能的适应性要求较强。

d. 不利于列车保养、维护。

② 包乘制是一列车由一个乘务组固定使用的制度。其特点为

a. 列车驾驶员能够比较全面地掌握值乘列车（车辆）的性能，熟悉列车（车辆）情况，有利于处理列车运行时的故障。

b. 有利于管理、监督。

c. 有利于列车维护、保养。

d. 由于定人包干，对提高列车（车辆）的技术状况有一定的好处。

e. 投用列车台数较多，列车（车辆）使用相对不均匀、不平衡。

f. 需配备的驾驶员人数较多。

（2）乘务员的配备

配备数计算。乘务员配备数按下式计算：

$$P_{配备}=(P_{值乘}+P_{普乘})D_{循环}(1+\alpha_{备}) \tag{5-1}$$

式中　$P_{配备}$——乘务员配备数（人）；

$P_{值乘}$——列车上值乘乘务员总数（人）；

$P_{普乘}$——折返站替换休息乘务员总数（人）；

$D_{循环}$——轮班循环天数（d）；

$\alpha_{备}$——乘务员备用系数，一般取 10%。

乘务员平均驾驶时间（正线上）为

$$t_{驾驶}=\frac{S_{列}}{v_{旅}(P_{值乘}+P_{普乘})D_{出勤}} \tag{5-2}$$

式中　$S_{列}$——列车行驶里程；

$t_{驾驶}$——乘务员平均驾驶时间（h/d）；

$v_{旅}$——列车旅行速度（km/d）；

$D_{出勤}$——乘务员在轮班循环中的出勤天数（d）。

5.3　调车作业

1. 调车作业的基本概念

（1）调车作业的意义

1）定义：除正线列车在车站到、发、通过及在区间内运行、参与运营活动以外的所

有为了编组、解体列车或摘挂、取送车辆、转线等车辆在线路上有目的的移动统称为调车。

2）调车作业的基本分类：调车作业按方法、方式和过程可以分为以下两类：

① 由电动列车完成的转线、转场、出入场等相关的作业。

② 由内燃机车以及其他机车完成的编组、解体、转线、摘挂、取送等相关的作业。

不论是何种形式的调车作业，不论在方法的使用和实现上有何区别，但是它们的最基本的要求、条件是一致的，没有根本的差异，仅仅是形式、表现方法不同。

3）调车作业的基本作用：调车作业是地铁运行的重要组成部分，也是基地内的一项重要工作。在行车安全上，调车作业安全同样是重点，因为调车作业是确保地铁运行的重要环节之一，它对提高地铁运行的效率，做好列车后勤保障，使电动列车的维修、检查保养等修程的顺利实现有着十分突出的作用。

4）调车作业应该实现的功能：

① 及时、正确地进行调车作业，保证电动列车按运行图的规定时刻发出列车，按运行图的要求安排使用列车。

② 及时取送需检修的车辆，保证检修车辆按时到位。

③ 保证基地设备以及调车作业运行安全和人身安全。

④ 确保其他物资运输的运行秩序正常进行。

5）调车作业的领导指挥系统：

场内调车作业可以设调车组，调车组设调车长、驾驶员、调车员（连接员）。

（2）一般要求

1）调车作业基本要求：

① 调车作业必须按照调车作业计划以及调车信号机或调车信号的显示要求进行，没有信号不准动车，信号不清立即停车。

② 特殊情况下使用无线电对讲机联络进行调车作业时，驾驶员与调车人员必须保持联络畅通，联络中断时应及时采取停车措施，停止调车作业。

③ 调车作业时，调车人员必须正确及时地显示信号，驾驶员要认真确认信号，并且鸣笛回示。

2）配合协作要求：

调车作业是参加调车作业的相关人员（如驾驶员、调车员、信号楼信号员等）之间的相互配合、相互协作的过程。因此无论是车辆的动力、信号确认、进路确认及注意事项都必须在作业前完成。

① 信号楼信号员必须按规定正确、及时安排调车进路，并且监视运转情况。

② 调车员必须看清计划，确认状态安全后，才准显示信号，不得盲目指挥、盲目显示信号。

③ 驾驶员必须要确认信号，瞭望四周情况后才能起动机车。

3）确认的基本内容：调车作业中应该看清与确认的情况包括：

① 线路情况、停留车位置情况。

② 道岔开通情况、信号显示情况。

③ 车下障碍物与异物情况。

④ 检修线以及所进入线路作业情况及进出库房大门情况。

⑤ 连挂的车辆情况。

⑥ 走行速度情况、道口四周情况。

⑦ 参加调车作业的人员情况等。

4）终止作业条件：

① 在调车作业中，调车人员显示的信号得不到驾驶员回示或认为速度过快以及其他异常情况必须立即显示停车信号。

② 驾驶员在无法瞭望信号、信号中断、联络中断或者认为有异常情况时，必须立刻停车。

③ 信号楼信号员发现调车作业人员或作业过程有违反安全规定时，应立即采取措施，命令调车作业终止。

④ 基地或车站管理人员发现有危及调车作业安全、设备安全、人身安全的情况时，应立刻通知有关人员停止调车作业。

5）调车作业的指挥原则：

① 统一领导原则：统一领导就是在同一基地或车站内，在同一时间只能由基地运转值班员或行车值班员统一领导全场的调车工作。

与调车区域相关联的其他作业均应按基地运转值班员（正线车站按行车值班员的领导进行）。

② 单一指挥原则：单一指挥就是在同一时间内，一台机车或一组车列的调车作业计划的执行、作业方法的拟定和布置，以及车辆的行动指挥只能由一人负责。

a. 所有在车站进行的调车作业，应以确保正线正常运营为基础条件合理安排调车作业程序、时机，不得以任何理由影响和干扰正线运营。

b. 基地接车前 10min 停止调车作业，不迟于列车到达前 4min 开放接车信号。

c. 基地发车前 10min 停止调车作业，不迟于列车发车前 2min 开放发车信号。

d. 基地在列车运行图规定的接发列车以外时间，运转值班员可以确定场内的调车作业；但与行车调度员布置的临时接发列车命令有抵触时，以接发列车作业为主，必须先进行调车作业时，应得到行车调度员的批准同意。

调车作业时因特殊需要必须越出站界、场界调车时，应事先报告行车调度员，得到批准同意后，由行车调度员发给调车作业有关人员调度命令，越出站界、场界进行调车的凭证，调车人员应严格按命令要求执行。

（3）调车作业计划

调车作业都是通过调车作业计划来实现的，所以对于调车作业来说，调车作业计划是进行调车作业的凭证与根据。

调车作业计划是指调车工作的有关领导人（运转值班员或行车值班员）向调车作业人员以书面形式下达或口头布置方式的调车作业通知，内容包括：起止时间，担当列车（机

车）作业顺序，股道号、摘挂辆数（编组车号或车位），安全注意事项等。

1）调车作业计划的编制、传达：

① 计划编制。

a. 由于调车作业中地点比较分散，涉及作业部门较多，钩数不易记忆，环境因素对作业影响较大，所以一般规定调车作业钩数在 3 钩以上时应由行车管理的有关部门制订调车作业计划。

b. 调车作业计划的制订或编制应由运转值班室值班员或行车值班员根据生产部门提出的要求，根据运行实际状况正确、合理、及时地制订。

c. 制订调车作业计划时应充分考虑各方面的因素与条件，力求在确保行车安全的前提下，提高调车作业效率，以最少的作业钩数、最短的调车行程，完成相应的调车工作任务。

② 计划传递。

a. 调车领导人（运转值班员或行车值班员）在编完调车作业计划后，应向信号楼值班员、调车长等参加作业的人员传达清楚，参加调车作业的有关人员在接受调车计划时必须复诵、核对正确无误后执行。

b. 为了正确、及时地完成调车作业任务和要求，调车指挥人（调车长）在向参加作业的其他人员传达调车计划时，应预想作业安全事项、进行具体作业方法、注意事项等，并与调车长核对复诵计划，在调车作业开始之前，必须使参加调车作业的人员都做到心中有数，避免误听、误传而引起作业重复，以免产生其他不良后果。

2）调车作业计划的变更：变更作业计划主要是指变更作业股道、摘挂辆数与车辆号、作业方法及取送作业或转线的区域或线路。

① 调车作业中，必须严格按照调车作业计划所规定的内容与要求进行，不准擅自改变作业内容与计划。

② 如因运行状况以及生产实际需要必须变更调车作业计划时，应该停止进行中的作业。

③ 由运转值班员或行车值班员将变更后的计划向调车人员及信号员重新布置、传达清楚，并且进行核对和复诵，确认无误后，方可继续作业。

④ 变更作业计划不超过 3 钩时，可以以口头方式传达，超过 3 钩时，应重新编制书面调车作业计划，原计划取消执行。

⑤ 为了贯彻集中统一指挥的原则，调车作业中调车长在作业过程中认为必须变更原计划时，应及时向有关行车、运转调车领导人反映，由调车领导人重新编制书面计划后执行。

⑥ 所谓调车作业中的“一钩”作业，一般是指机车（列车）或所挂车辆的运行由线路的一股道到另一股道并且改变运行的方向。

2. 车辆段调车作业

（1）调车作业运行

1）调车进路确认：在调车作业中，经常会遇到牵引车辆运行和推进车辆运行的情况，

由于调车进路变化较多、车辆存放处所不同，连挂与牵出的地点各异。所以这两种情况在调车作业时常常交替进行，为了分清调车作业中对进路及周围情况确认的责任，更安全有效地展开调车作业，通常对牵引与推进运行的瞭望以及确认要求做以下规定：

① 列车正向运行、单机运行或牵引车辆运行时，前方进路的确认由驾驶员负责。驾驶员在运行时要持续瞭望，对发生的异常情况，如线路限界情况、信号显示状态、人员行走、道口安全，调车路径是否正确等果断采取处置措施。

② 推进车辆运行时，前方进路的确认由最前方调车员（或调车长）负责，调车长应持续瞭望，及时正确地与驾驶员联系或显示信号，如调车指挥人所在位置确认前方进路有困难，可指派参加调车作业的其他人员（调车员或连接员）确认、瞭望，并将情况正确、规范地传达给调车指挥人，由调车指挥人与驾驶员联络。在一般情况下，调车指挥人应站立在易于瞭望进路，又能使驾驶员能够看清其信号显示的位置。

③ 在调车作业中，调车作业人员必须按调车信号的显示要求进行，如果运行中遇调车信号机灯光显示不明或熄灭，手信号灯光忽明忽暗或中断，无线电对调机联系中断，信号没有得到回示等，都应视为停车信号而采取措施，使机车（列车）停止作业。

④ 如果车站或基地信号机故障，应由调车人员即刻通知信号值班人员，必要时应通知运转值班人员或行车值班员组织检修，调车人员必须等信号机恢复显示或由有关行车人员到场通知驾驶员或显示允许通过该信号机的信号后，方可按照有关规定和制度越过该架信号机。

2）调车作业进路的变更与终止：在实际调车作业中，由于线路情况变化以及实际工作的需要，必须取消调车作业进路时，进路控制和信号操纵人员必须遵守以下规则：

① 进路控制和信号操纵人员确认列车或车辆尚未起动，通知调车驾驶员与调车员后，并得到回复。

② 如果列车、车辆已经开始运行，必须立即通知驾驶员和调车长，并且确认列车或车辆已经停止运行。

③ 如果必须使列车或车辆运行时，确认列车或车辆已经按规定进入规定位置停车。

④ 在执行以上 3 点基本规则之一后，进路控制和信号操纵人员才能够关闭信号机取消原先调车进路。

⑤ 进行变更进路的排列，开放变更后的调车作业信号时，参加调车作业的驾驶员和调车员在得到信号楼或有关信号操纵人员的通知后，应立即遵照执行，不得盲目起车或强行起动进入信号机内方，防止产生由于进路变更而使列车或车辆冒进红灯或者由于道岔转换而造成挤岔或脱轨事故。

3）调车作业中“连挂”与“摘钩”：在一般的调车作业中，除了列车、机车的转线、出场以外，过程均通过“连挂”作业后的移动来实现其调车作业的目的，其他相关的作业“连挂”是重要环节。在调车作业中的“摘钩”或“解钩”是调车作业中的下一道作业工序，是由于“连挂”而产生“解钩”，它最终确定调车过程中列车或车辆的停放位置，或者通过而使调车作业程序有效持续进行。

我们通常说的“连挂”是指在调车作业过程中列车、车辆、机车相互连接组编成为一

组或多组的调车作业过程；调车作业中的“连挂”与“摘钩”是通过调车作业人员的操作由机械或电子设备的动作而完成的，参加调车作业的调车员根据有关制度规定执行操作程序。

① 车辆连挂规定。

a. 连挂作业前，推进车辆进行时，调车员必须向驾驶员显示“三、二、一车”距离信号，如果调车员没有显示“三、二、一车”的距离信号，不准进行连挂，调车员显示的信号没有得到驾驶员的回示，应立刻显示停车信号，没有停留车位置的距离信号，驾驶员应拒绝挂车。

b. 单机或牵引车辆挂车时，由于驾驶员的瞭望视线不受影响，调车员可以不显示“三、二、一车”距离信号，但是为了确保连挂作业的安全，调车员应在与被连挂车辆即停留车位置接近 3 车距离时，显示连接信号，调车驾驶员在瞭望后确认鸣笛回示。

c. “三、二、一车”距离信号除了表示距离的含义外，通常还包含以下含义：

“三车”时驾驶员应掌握运行速度 8km/h；

“二车”时驾驶员应掌握运行速度 5km/h；

“一车”时驾驶员应掌握运行速度 3km/h。

为了不使驾驶员对信号显示产生误解，在显示距离信号后，一般不再显示减速信号。

d. 连挂车辆时，遇有气候不良（如暴风雨、浓雾），使调车环境情况复杂，弯道曲线影响瞭望、照明情况不良、坡道较陡等状况，调车员确认前方停留位置有困难，无论牵引运行还是推进运行都应派出人员在停留车连挂一端显示停留车位置信号，并指示驾驶员减速，加强瞭望，防止意外发生。显示停留车位置信号的地点为距连接端前 5m。

e. 连挂车辆前在距停留车 1 车距离时，驾驶员必须停车，检查确认被连挂列车、车辆状况、包括确认被连挂车辆与列车前无禁动红牌，被连挂车辆与列车上或限界内无作业人员正在作业，被连挂车辆周围情况无异物侵入限界和影响安全的因素存在。

f. 在调车作业连挂中必须注意在列车、车辆的连挂前 3m 左右要停车，由调车员对连接的车钩钩位状态进行调整，使车钩位置符合要求，避免因钩位差错位而在挂车时损坏车钩或引起车辆溜逸，连挂的速度应掌握在 3km/h 以下。

g. 连挂后的列车、车辆必须根据规定进行试拉，确认连接妥当后，列车可起动，试拉时，不得越出呈关闭状态的信号机。

② 车辆“摘钩”规定。

a. 摘挂后的列车、车辆要按规定位置放置止轮器或采取制动措施防止溜车，以免造成人员伤亡和设备损坏。

b. 调车作业中的解钩拆车必须在车辆停稳的状况下进行，否则车辆决不允许摘钩。

c. 调车员在摘钩作业时，驾驶员必须注意瞭望，按调车员的信号显示进行。没有调车员的移动信号，驾驶员不准起动列车。

4）调车速度限制：

① 调车速度限制依据。

a. 调车作业中，被调动车辆自动制动机可能没有全部加入整个系统中，造成制动力

较小。

b. 调车作业中，运行方向正向、逆向交互进行，有时瞭望不便。

c. 调车线路一般情况下其标准、等级以及道岔型号都低于运营正线，存在设备结构限制。

d. 当推进运行时，需中转信号，在时间上有延误或需增加中转时间。

e. 调车作业时，线路周围情况相对较复杂。

② 调车速度限制要求。

调车作业中要严格控制运行速度，不得违反以下规定：

a. 在空线上运行时应严格按照线路、道岔的允许速度运行，最高速度不得超过 30km/h。

b. 调车作业中，因工作需要进出厂房、车库时，不得超过 5km/h。

c. 接近被连挂车辆与列车时，不得超过 3km/h。

d. 瞭望条件不良时，应适当降低速度。

e. 电动列车出入基地无码区时，按慢速前行方式，限速 20km/h 运行。

f. 正线车站内，调车按相关规定的速度运行。

g. 尽头线调车时，速度不得超过 3km/h。

（2）尽头线调车以及其他限制

1）尽头线调车规定：

① 在尽头线上进行调车作业时，距离线路终端应有不少于 10m 的安全距离，包括被摘挂车辆的停留。

② 在特殊情况下，必须近于 10m 时，要严格控制列车、车辆运行速度，以随时能停车的 3km/h 以下速度运行。

③ 如果需摘挂车辆，应报告有关行车管理人员。距离位置有利于再次挂车时，应采取预防性措施。

④ 天气或环境情况恶劣、瞭望距离较短时，通常不允许在尽头线末端近于 10m 处摘挂车辆或作业。

2）手推调车规定：所谓手推调车是指以人力推动列车、车辆走行至目的地的方法。一般只在短距离移动车辆时采用。

一般情况下，手推调车只在基地内车辆（列车）检修作业中使用，必须遵守以下安全规定：

① 与被移动车辆相关的作业要停止，防止发生人身伤亡事故。

② 要严格掌握调车速度，必须有相应的安全措施确保制动良好，并指定专门人员负责。

③ 手推调车速度不得超过 3km/h，每批手推调车不得超过一辆重车或两辆空车，以防止失控，造成不良后果。

④ 车辆走行时必须有专人进行指挥，并得到有关行车管理人员的同意。

⑤ 手推调车指挥人应与运转值班室及信号控制部门联系，安排作业计划开通调车进

路，开放调车信号。

⑥ 禁止手推调车的情况如下：暴风雨雪天气，影响线路及周围瞭望时；夜间无照明设备的线路时；线路坡度大于2.5%时；制动措施不能保证随时能停车时；能进入接发列车进路的线路上无脱轨器或无隔开设备时；装载有易燃、易爆物品的车辆；同一线路上两组车同时手推调车。

⑦ 手推调车时，必须有胜任人员把关，采取好各项安全措施后，才能进行，确保手推调车过程的安全。

3）其他安全规定：

① 调车作业时，无论什么原因造成调车的列车、车辆越过显示红灯的信号机造成“挤岔”，调车驾驶员应该停车，严禁擅自移动列车、机车，车辆驾驶员立即报告管理人员（行车调度员、行车值班员、运转值班员）等待来人确认情况后，据现场处理指挥人员的命令和允许移动的信号，将列车、机车、车辆行驶至规定位置。

② 调车作业时，需停留的车辆、列车不得超越警冲标与压占道岔位置，以免造成走行线路堵塞，影响其他相邻相关进路的开放，如确实要越出警冲标或压占道岔位置时，应得到有关行车管理人员的批准同意，并根据要求及时开通线路。

③ 通常情况下，城市轨道交通运输各车站、基地禁止调车过程中进行溜放作业。

④ 调车作业中遇到同一线路上需连挂多节车辆时，禁止采用连续连挂的方式运行。

⑤ 基地线路上调车作业，空车4辆以上（含4辆），重车2辆以上（含2辆）须连接制动风管；正线进行调车以及施工作业连挂车辆必须全部连接制动风管。

⑥ 调车作业中在线路上停留的列车，车辆如不能以自动制动机、手制动机进行制动防溜，应采用铁止轮器对列车、车辆进行制动防溜措施。

复 习 题

1. 什么是车辆段及综合基地？有哪些组成部分？
2. 阐述车辆段行车设备有哪些。
3. 车场接发车作业主要有哪些内容？
4. 调车作业的要求有哪些？

第 6 章

非正常情况下的行车组织

教学目标

1. 掌握 ATC 设备故障时的列车运行组织
2. 掌握车站联锁设备故障时的行车组织
3. 掌握特殊情况下的行车组织

非正常情况下的行车组织是相对于正常情况下的行车组织而言的，主要是指由于设备故障、火灾、大客流或运行秩序紊乱等原因，不能继续采用正常情况下的行车组织方法组织轨道交通行车。城市轨道交通由于采用较先进的设备，自动化程度较高，正常情况时的行车组织作业主要是利用先进设备监控列车运行。然而越先进的设备，由于平时很少遇到故障情况，一旦出现故障，则越考验各级行车人员的事故处理能力及应变能力。因此为加强员工对非正常情况下的处理能力，城市轨道交通系统非常重视非正常情况下的事故演练。本章介绍城市轨道交通系统在非正常情况下的行车组织的基本方法（以国内部分轨道交通系统设备为例），具体操作程序及作业流程与所采用的运输设备有关。

6.1 信号设备故障

先进的城市轨道交通系统正线使用列车自动控制（ATC）系统信号设备，由控制中心和车站两级控制。正线有道岔并配有联锁设备的车站称为联锁站，一般使用微机联锁。正线不设进、出站防护信号机；微机联锁设备具有追踪进路功能，列车每出清一段轨道电路，进路自动逐段解锁。信号设备故障主要包括 ATS 系统故障、ATP 系统故障、车载 ATO 系统故障等。对于信号设备故障，由于轨道交通系统采用的信号设备不同，处理的具体规定也不同，但基本原理是相同的。下面以国内采用微机联锁系统及列车自动控制（ATC）系统的轨道交通系统为例，介绍信号设备故障时的行车组织方法。

6.1.1 ATS 设备故障

ATS 系统的主要功能是控制和监督列车运行。ATS 系统按列车运行图指挥列车运行，办理列车进路，控制列车发车时刻，及时收集和记录列车运行信息，跟踪列车位置、车次，绘制列车运行图，并在控制中心的模拟盘上显示列车信息及线路情况。当 ATS 系统发

生故障时，ATS 系统功能不能实现，需要行车调度中央人工控制所管辖线路上的信号机和道岔，办理列车进路，组织和指挥列车运行。如果出现中央 ATS 系统无显示等故障，则行车调度应与联锁站办理监控权切换，实现站控。

联锁站值班员首先应确认联锁工作站上的 RTU（指 ATS 的远程终端控制单元）降级模式是否激活，当“RTU 降级模式”被激活时。联锁站不用操作，列车可自动排列进路及自动取消运营停车点。当“RTU 降级模式”未被激活时，行车调度没有特殊指示时，车站必须在工作站上按正常情况下人工排列进路及人工取消运营停车点。由 ATS 系统故障，影响列车位置、车次等列车运行信息的记录，进一步影响列车运行图的自动绘制。故 ATS 设备故障时，驾驶员应人工输入车次号，换向运行时，输入新的车次；各规定报点站向行车调度报告各次列车的到开点，行车调度以报点站为单位人工铺画客车运行图。如果车站在工作站上取消不了运营停车点时，应立即报告行车调度，由行车调度转告驾驶员，用 RM 模式驾驶列车出站，直至转换为 ATO 模式；当车站取消运营停车点而客车目标速度仍为零，且超过规定时间时，车站值班员应报告行车调度，由行车调度指示驾驶员开车，当 ATO 恢复正常时，应向行车调度报告。

6.1.2 ATP 设备故障

ATP 子系统是确保列车安全的关键设备，由轨旁地面设备和车载设备组成。列车通过地面 ATP 设备接收运行于该区段的目标速度，保证列车在不超过此目标速度情况下运行，从而保证后续列车与先行列车之间的安全距离。对联锁车站，ATP 系统确保只有一条进路有效。ATP 系统同时还监督列车车门和车站站台屏蔽门的开启和关闭，以保证操作安全。

1. ATP 地面设备故障

当 ATP 地面设备发生故障时，则 ATO 车载设备接收不到限速命令，无法按自动闭塞法行车。此时如果是小范围的设备故障，可由行车调度确认故障区间空闲后，命令驾驶员在故障区间以 RM 模式限速运行，经过规定数量的轨道电路还未恢复 ATO 模式时，以 RM 模式驾驶至前方车站或终点站。如是大范围的设备故障，须停止使用自动闭塞法，改革为车站控制，按电话闭塞法组织行车。

2. ATP 车载设备故障

ATP 车载设备发生故障时，因故障列车无法接收 ATP 限速命令，此时主要解决列车的驾驶模式问题。一般 ATP 车载设备发生故障时，驾驶员根据行车调度命令人工驾驶限速运行，即以 URM（有限速规定）驾驶列车至前方站；列车到达前方站（或在车站发生故障）仍不能修复时，由车站派行车人员上驾驶室添乘，沿途协助驾驶员瞭望，监控速度表，超速时，立即按压紧急停车按钮。驾驶员以 URM 按规定的限速继续驾驶列车至前方终点站退出服务。此时行车调度应随时注意 ATP 车载设备发生故障的列车运行情况，严格控制速度，以确保列车与列车之间的最小间隔在一个区间及以上。

列车在运行中因道岔显示故障造成紧急停车（停在岔区）时，车站应报行车调度通知信号检修人员，车站人员到现场将道岔锁定后，驾驶员根据行车调度命令限速离开岔区。

如果客车在站台发车前收不到 ATP 速度码时，驾驶员应报行车调度，在得到行车调度

同意后方可使用 RM 模式动车。

6.1.3　ATO 子系统故障

ATO 子系统的主要功能是站间运行控制、列车按时刻表的时间和最大可能的节能原则自动调整实际运行时分和在站内的停留时间、在车站的定位停车控制、车门控制及站台屏蔽门的开启等。

当 ATO 子系统发生故障时，列车自动运行功能不能实现，此时列车改为受监控的人工驾驶（SM），在 ATP 车载设备的监护下，按车内速度信号显示运行。

6.1.4　信号联锁系统故障

当信号联锁系统发生故障时，根据故障发生的地点，可分别采用不同的行车组织方法。

1. 采用电话闭塞法组织行车

一般地，城市轨道交通信号联锁发生故障时，应采用电话闭塞法组织行车。电话闭塞法是在没有机械、电气设备控制的条件下，仅凭电话联系来保证列车空间间隔的行车闭塞法，安全程度较低。

改用电话闭塞法行车时的作业办法与要求如下：

（1）基本行车闭塞法的变更或恢复

为保证同一区间在同一时间不会采用两种闭塞法，在停止使用基本闭塞法改按电话闭塞法或恢复基本闭塞法时，均应有调度命令。行车调度员应及时调整列车运行计划，车站值班员根据行车调度员的命令，办理闭塞、准备进路、开闭信号（或交接凭证）和接发列车。采用电话闭塞法行车时，一个闭塞区段内只允许一趟列车占用。列车占用闭塞区间的行车凭证为路票，图 6-1 所示为某地铁公司的路票。

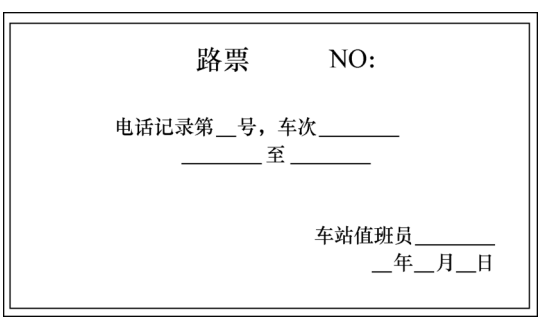


图 6-1　路票

（2）办理闭塞

首先使用电话闭塞行车的发车站行车值班员在发车前，必须得到接车站行车值班员以电话记录号码承认的闭塞，其余列车则实行电话闭塞解除法。

接车站报告发车站前次列车闭塞解除的条件：接车站接到发车站发车通知，该出发列车到达本站，并且已由本站发出或已进入折返线，下一列列车的接车进路已准备妥当。接车站解除前次列车闭塞即表示接车站承认后一次列车闭塞。

（3）准备进路

接车站在准备好接车进路后，同意发车站闭塞请求，发车站准备发车进路。当道岔在控制终端上表示正常时，把道岔单独操作到正确位置并使用单独锁定，当道岔在控制终端上无表示或表示不正常时，须人工将进路上的有关道岔开通于正确位置，使用钩锁器钩

锁，并实行现场两人确定制。国内部分城市轨道交通系统总结出了手摇道岔的标准作业程序，即“手摇道岔六步曲”：

一看：看道岔开通位置是否正确，是否需要改变位置；

二开：开盖孔板及钩锁器，拆下钩锁器；

三摇：摇道岔转向所需的位置，在听到“落槽”声后停止；

四确认：手指尖轨，口呼“尖轨密贴开通×位”，并和另一人共同确认；

五加锁：另一人在确认道岔位置开通正确后，用钩锁器锁定道岔尖轨；

六汇报：向车站行车控制室汇报道岔开通位置正确。

（4）接发列车

发车站接到接车站车站闭塞承认号后，填发路票并交付驾驶员，驾驶员确认路票正确后凭车站发车指示信号开车，列车凭路票占用闭塞区段。

（5）路票的填写规定

路票是列车占用区间的行车凭证，填写路票是采用电话闭塞法对办理行车作业的重要环节。铁路曾发生多起因错填、漏填路票而导致的行车事故，因此车站值班员在办理电话闭塞法组织行车时，对填写路票这一环节应高度重视。路票须在确认闭塞区间空闲，取得接车站承认闭塞，且发车进路准备妥当后，方可填发。路票应由车站行车值班员（或值班站）亲自填写。填写路票时要求内容齐全，字迹清楚，不得涂改。出现填写错误时，应画“×”注销，重新填写。车站值班员对于填写完毕的路票，应与电话记录进行核对，确认无误并签名后，方可交给驾驶员。

（6）正确填记行车日志

在改用电话闭塞法行车时，行车日志内应正确填记列车的车次、承认闭塞的电话记录号码，列车到达、出发时间及闭塞解除时间。

（7）电话记录号码

电话记录号码是采用电话闭塞法行车时，区间正确两端站办理行车闭塞事项的记录。车站在发出电话记录的同时，还要编电话记录号码，以明确办理的事项和责任。承认闭塞、列车到达、取消闭塞等行车事项均应发出电话记录。

2. 采用站间电话联系法组织行车

目前国内部分城市轨道交通系统为了提高正线通过能力，规定当正线信号联锁故障时，采用站间电话联系法组织行车，只有车辆段和与车辆段相邻接的车站间线路的信号联锁故障时，方采用电话闭塞法组织行车。

采用站间电话联系法组织行车时，行车调度应及时向有关车站发布：“从什么时间起，在××站至××站间采用站间电话联系法组织行车”；行车调度亲自或通过车站通知驾驶员口头调度命令的内容。车站和行车调度共同确认第一趟发出的列车运行前方的车站和区间空闲，此时列车在故障区段范围内的行车凭证是行车调度的口头命令，列车采用 RM 模式。每一站间区间及前方站内线路内只允许一趟列车占用。

采用站间电话联系法组织行车时，准备进路及接发列车作业方法同电话闭塞法。

3. 采用调车方式组织行车

部分轨道交通系统规定当换乘站信号联锁故障时，联络线的行车组织采用调车方式。当换乘站发生信号联锁故障，影响到进出联络线进路的正常办理，行车调度发布同意调车的书面调度命令，授权该换乘站按调车方式现场办理列车进出联络线；需人工现场准备进路时，由站务人员在确认进路准备后，向驾驶员显示道岔开通信号；驾驶员凭道岔开通信号或地面信号显示动车。当进路在联锁工作站上排列好，但不能开放信号时，由车站使用站车无线电通知驾驶员动车。

6.1.5　列车驾驶模式及模式转换

1. 驾驶模式

城市轨道交通列车的主要驾驶模式应包括列车自动运行驾驶模式、列车自动防护驾驶模式、限制人工驾驶模式、非限制人工驾驶模式。此外，还有自动折返驾驶模式。

自动驾驶模式和无人驾驶模式可以提高列车行车效率，实现列车自动调整、维护列车运行秩序、减少驾驶员劳动强度和人员配备的数量。然而，由于无人驾驶涉及车辆、行车组织、车辆段配置等多种因素，系统造价高，我国又无运用经验，故无人驾驶系统宜在探索经验后，根据需要逐渐采用。

（1）列车自动运行驾驶模式（ATO 模式或 AM 模式）

ATO 模式是正线上列车运行的正常模式，即用于正线上列车的正常运行。在这种模式下，列车在车站之间的运行是自动的，不需要驾驶员驾驶，驾驶员只负责监视 ATO 显示，监督车站发车和车门关闭，以及列车运行所要通过的轨道、道岔和信号的状态，并在必要时人工介入。

驾驶员给出列车关门指令车门关闭后，通过按压起动按钮给出出发指令。车载 ATP 确认车门已关闭后，列车便可起动。如果车门还开着，ATP 系统会不允许列车出发。列车出发后站间运行的速度调整、至下站的目标制动以及开车门都由 ATO 系统自动操作。ATP 系统确保列车各阶段自动运行安全，在车站之间的运行将根据控制中心 ATS 系统的优化时刻表指令执行，确定其走行时间。

在 ATO 模式下，ATO 系统根据 ATP 编码和列车位置生成运行列车的行驶曲线，完全自动地驾驶列车；ATO 系统还能根据到停车点的距离计算出列车的到站停车曲线；ATO 系统速度曲线可以由 ATS 系统的调整命令修改；ATP 系统控制列车的紧急制动。

（2）列车自动防护驾驶模式（SM 模式或 CM 模式）

SM 模式即 ATP 监督人工驾驶模式，是一种受保护的人工驾驶模式。在这种模式下，驾驶员根据驾驶室中的指示手动驾驶列车，并监督 ATP 显示，以及列车运行所要通过的轨道、道岔和信号的状态，可以在任何时候操作紧急制动。ATP 连续监督人工驾驶的列车运行，如果列车超过允许速度将产生紧急制动。ATO 系统故障时，列车可用 SM 模式在 ATP 系统的保护下降级运行。

在 SM 模式下，列车由驾驶员人工驾驶，列车的运行速度受 ATP 系统监控；ATO 系统此时对列车不进行控制，但会根据地图数据随时监督列车位置；如果 ATO 系统能与 PAC

通信，它可控制车门开启；ATP 系统向驾驶员提示安全速度和距离信息；在列车实际行驶速度达到最大安全速度之前，ATP 系统可实施常用制动，防止列车超速；由 ATP 系统来控制列车的紧急制动。

（3）受限制的人工驾驶（RM）模式

RM 模式即 ATP 系统限制允许速度的人工驾驶模式，这是一种受约束的人工驾驶的人工操作，必须“谨慎运行”。在这种模式下，列车由驾驶员根据轨旁信号驾驶，ATP 系统仅监督允许的最大限速值。

该运行模式在下列情况下使用：

① 列车在车辆段范围内（非 ATC 区域）运行时；

② 正线运行中联锁设备或轨道电路或 ATP 系统轨旁设备或 ATP 系统列车天线或地对车通信发生故障时；

③ 列车紧急制动以后。

此时，车载 ATP 系统将给出一个最高 25km/h 的限制速度。

在 RM 模式下，列车由驾驶员人工驾驶，没有轨道编码的参与，不要求强制使用地面编码。此时 ATO 系统退出控制；由驾驶员负责列车运行安全，并监督列车所要通过的轨道、道岔和信号的状态，如有必要，对列车进行制动；列车行驶速度很低，例如不得超过 25km/h；一旦超过，ATP 系统就会实施紧急制动。

（4）非限制的人工驾驶模式（关断模式、URM 模式）

关断模式是不受限制的人工驾驶（无 ATP 系统监督）模式，用于车载 ATP 设备故障以及车载设备测试情况下完全关断时的列车驾驶，列车是由驾驶员根据轨旁信号和调度员的口头指令驾驶的，没有速度监督。ATP 系统的紧急制动输出被车辆控制系统切断，驾驶员必须保证列车运行不超过限制速度（最高 25km/h），并监督列车所要通过的轨道、道岔和信号的状态，必要时采取措施，对列车进行制动。

在关断模式下，列车由驾驶员人工驾驶，没有 ATP 系统保护措施；使用这种模式必须进行登记，此时列车运行安全完全由驾驶员负责；ATO 系统退出控制。

（5）自动折返驾驶模式（AR 模式）

列车在站端（没有折返轨道的终端）调转行车方向或使用折返轨道进行操作，就要求能进入自动折返驾驶模式。

为使自动折返操作具有高度的灵活性，自动折返模式下有几种：ATO 运行折返模式；ATO 无人折返模式；ATO 监督人工驾驶折返模式。

折返命令是由 ATS 中心根据需要生成并传输至列车，或由设计固定的 ATP 区域（如终端站）的轨旁单元发出。ATP 车载设备通过接收轨旁报文而自动启动 AR 模式，并通过驾驶室显示设备指示给驾驶员，驾驶员必须按压“AR”按钮确认折返作业。是否折返，使用折返轨道折返，由无人驾驶执行，还是由驾驶员执行，这些完全由驾驶员决定。

采用无人折返或有驾驶员折返取决于驾驶员采取的不同折返模式。

若采用 ATO 自动运行折返模式，在驾驶员按压 ATO 启动按钮后，列车自动驶入折返轨，并改变车头和轨道电路发送方向；在折返轨至发车站台的进路排列完成后，再次按压

ATO 启动按钮，列车自动驶入发车站台，并精确地停在发车站台。

若采用 ATO 无人自动折返模式，在驾驶员下车后按压站台上的无人折返按钮，列车在无驾驶员的情况下，自动完成启动列车驶入折返轨，改变车头驶入发车站台，并精确地停在发车站台。若采用 ATP 监督人工驾驶折返模式，在人工驾驶过程中 ATP 系统将对列车速度、停车位置进行监督，并在列车驶入折返轨后自动改变车头和轨道电路发送方向。

除 URM 模式外，其他所有的模式都有一个 5m 的退车限制，如果超过这个限制，ATP 系统将实施紧急制动。

2. 列车驾驶模式转换

以上 5 种基本运行模式，在满足一定条件后可以相互转换。

（1）列车驾驶模式转换的规定

① ATC 系统控制区域与非 ATC 系统控制区域的分界处，应设驾驶模式转换区（或称转换轨），转换区的信号设备应与正线信号设备一致。

② 驾驶模式转换可采用人工方式或自动方式，并应予以记录。当采用人工方式时，其转换区域的长度宜大于一列车的长度。当采用自动方式时，应根据 ATC 系统的性能特点确定转换区域的设置方式。

③ ATC 系统宜具有防止列车在驾驶模式转换区域未将驾驶模式转换至列车自动运行驾驶模式或列车自动保护驾驶模式，而错误进入 ATC 系统控制区域的能力。

④ 为保证行车安全，在 ATC 系统控制区域内使用限制模式或非限制模式时应有破铅封、记录或特殊控制指令授权等技术措施。

（2）各种驾驶模式间的切换

① RM 模式切换到 SM 模式

列车从非 ATC 系统控制区域进入 ATC 系统控制区域，就从 RM 改变为 SM 模式。只要满足如下条件：

列车经过了至少两个轨道电路的分界；

报文传输无误；

未设置 PERM 码位；

ATP 轨旁设备没有发出紧急制动信号；

ATP 车载设备的限速监控不会在 SM 模式下启动紧急制动。

② SM 模式切换到 ATO 模式

满足以下条件，ATO 系统开始指示灯就会亮，说明此时可以从 SM 切换到 ATO 模式：

当前轨道区段上没有停车点（安全/非安全）；

所有车门都已关闭；

驾驶/制动拉杆处于零位置。

当驾驶员按了 ATO 系统开始指示灯后，ATP 车载设备就从 SM 模式改变为 ATO 模式。

③ ATO 模式切换到 SM 模式

在下列情况下，ATP 车载设备就从 ATO 模式切换到 SM 模式：

如果驾驶员把驾驶/制动拉杆拉离零位置，或把主钥匙开关调到非向前状态；

ATO 系统控制列车停靠车站的停车点，当列车在车站停稳后；

如果列车停在区间，驾驶员用车门许可控制按钮打开车门。

④ SM/ATO 模式切换到 RM 模式

如果 ATP 车载设备启动紧急制动，无须操作就自动地从 SM/ATO 模式改变为 RM 模式。如果驾驶员还想继续前行，那么他就必须在列车停稳之后按 RM 按钮。

如果列车已经停稳，而驾驶员按了 RM 按钮，就从 SM/ATO 模式切换到 RM 模式。如果切换到 SM 模式的所有先决条件都已满足，那么就马上转回到 SM 模式。

在车辆段入口处，驾驶员或 ATO 系统控制列车停靠在停车点上。如果满足以下条件：列车已停稳、已设置了结束点（END 码位），驾驶室的显示屏上就会显示指示，驾驶员就可以按 RM 按钮。按了 RM 按钮之后，就从 SM/ATO 模式切换到 RM 模式。

⑤ SM 模式切换到 AR 模式

满足以下条件，就从 SM 模式切换到 AR 模式：

ATP 车载设备从 ATP 轨旁设备接收 DTRO 状态的信息；

ATP 车载设备间的通信良好。

⑥ AR 模式切换到 SM 模式

满足以下条件，ATP 车载设备就从 AR 模式切换到 SM 模式：

ATP 车载设备间的列车监控的改变是成功的；

驾驶员打开驾驶室。

⑦ AR 模式切换到 RM 模式

如果 ATP 车载设备启动了紧急制动，无须驾驶员的另外操作，就会自动从 AR 模式切到 RM 模式。如果驾驶员想继续前行，那么他必须在列车停稳后按 RM 按钮。

如果列车停稳后，驾驶员按了 RM 按钮，就会从 AR 模式切换到 RM 模式。如果切换到 SM 模式的前提条件都满足了，就马上切换到 SM 模式。

⑧ RM 模式切换到关断模式（URM 模式）

只有当 ATP 故障，才会降级至关断模式，列车会自动停车。驾驶员操作密封安全开关至关断模式。这种模式的转换将被车载计数器记录。这个转换程序同样适用于 ATO 模式、SM 模式至关断模式。此时列车的运行安全由驾驶员承担全部责任。

6.2 道岔故障

6.2.1 道岔故障分类

1. 正线道岔故障

正线道岔发生故障，正常的进路无法实现，区间车站必然引起堵塞，此时列车运行转为线路堵塞模式，采用临时交路运行模式。

2. 折返线道岔故障

如北京地铁的终点折返站奥体中心站有两条折返进路，如果道岔故障引起一条折返进

路不能实现时，可以利用另一条进路进行列车折返，以维持全线列车运行。如果由于道岔故障两个进路均不能办理列车折返时，列车将采用线路堵塞模式运行。

6.2.2　道岔故障时的行车组织办法

1. 道岔故障时的处理原则

1）进入现场检查道岔时，应确认道岔各部件良好；

道岔尖轨与基本轨间是否有无卡异物；道岔滑床板有无异物卡住。

2）确认道岔非机械故障，应人工排列列车进路接发列车；手摇道岔必须严格遵守“六步曲”。

3）一条进路上有多个道岔，摇岔人员仅对故障道岔按照规定进行处理。其他正常道岔不需作任何处理，但可与行车调度确认开通位置。

4）按照“先通后复”原则，值站负责现场指挥没有得到行车调度允许，现场不得进行影响行车的抢修作业。

2. 道岔故障时的处理要点

1）值站及有关摇岔人员听到故障报警后，应立即赶到车控室查明故障情况，了解有关进路安排；

2）清点摇岔工具，穿戴好防护用品到指定定地点待命（尽可能接近下轨行区的位置），途中应与行车调度取得联系；

3）如需到现场检查确认，经行车调度同意，打开隧道灯，进入现场；在保证安全的前提下，走行速度可适当加快；

4）检查完毕后，及时向行车调度汇报有关情况；

5）需要时，按行车调度命令人工排列列车进路；摇岔人员既要分工明确，又要协助配合默契。如“一看”与设红闪灯可同步进行；“二开”与检查准备钩锁器可同步进行；“三摇”与准备钩锁器（含锁具）可同步进行，但两人应相互确认摇岔方向是否正确并共同确认尖轨是否密贴；“四确认”必须两人共同确认故障道岔及列车进路开通正确；“五加锁”与撤除红闪灯可同步进行；“六汇报”两人必须确认线路出清安全。

6）如故障影响列车运行交路车站需停止服务清客关站时，按《车站清客程序》执行。

6.3　火灾

地铁的地下部分仅有车站的出入口、隧道口与外界相通，是一个半封闭空间，此空间狭小，而且人员和设备又高度密集，所以一旦发生火灾事故，易产生高温气浪和浓烟毒气，造成人员伤亡及严重的经济损失。因此，当地下车站、地下区间隧道、列车及设备发生火灾时，必须按事先的安排，采取有效措施，快速准确地进行处理。

地铁火灾分为车站火灾、隧道火灾和列车火灾，当这些部位发生火灾时，系统的运行模式包括以下几个方面：乘客的组织模式；列车运行的组织模式；通风/排烟系统的运行

模式；其他设备的运行模式。

6.3.1 地下车站火灾

地下车站火灾分为站厅层火灾和站台层火灾，两部位火灾的处理模式为

1. 地下车站站厅火灾

（1）车站乘客的组织模式

当站厅发生火灾时，车站应组织站厅的乘客迅速从出入口上到地面，而处在站台区域的乘客则留在原处，由行车调度员安排后续列车将他们接走。

（2）列车运行的组织模式

控制中心组织已经进入火灾车站的列车不停车越过该车站，并安排后续列车在前一个车站清客，然后进入火灾车站停车，将站台上的乘客接走。为保证乘客和车辆设备的安全，全线将在短时间停止运行，待特定列车将乘客疏散完毕，确认该站可以通过时，再以跳站方式恢复列车运行。

（3）通风/排烟系统的运行模式

环控调度员，将环控设备转至站厅火灾运行模式。

（4）其他设备运行模式

其他设备系统，包括供电系统、收费系统、给排水系统等，根据具体情况采取相应的模式。

2. 地下车站站台火灾

（1）车站乘客的组织模式

当站台发生火灾时，车站应组织站内所有的乘客迅速通过站厅和出入口上到地面。如果此时正好有列车停站，通过广播通知乘客停止下车，关闭车门。

（2）列车运行的组织模式

控制中心组织对于已经进入火灾车站的列车不停车越过该站；未进入火灾车站的列车立即停车；对于已经停站的列车终止停站，提前发车。全线暂时停止运行，待确认情况后，再确定以跳站方式或临时交路方式恢复列车运行。

（3）通风/排烟系统的运行模式　环控调度员，将环控设备转至站台火灾运行模式。

（4）其他设备运行模式

其他设备系统包括供电系统、收费系统、给排水系统等，根据具体情况采取相应的模式。

6.3.2 列车火灾

列车发生火灾有两种情况：一种是列车可以继续运行到前方；另一种是在区间立即停车。

当列车还可以继续运行到下一个车站时火灾的处理模式：

列车停车后，打开车门，让乘客尽快下车并迅速离开站台，站台上的乘客也迅速经站厅疏散，其他运行模式均与站台火灾模式相同。

当列车发生火灾必须在区间停车时

1. 列车运行组织模式

驾驶员立即向控制中心报告火灾情况。行车调度员命令全线列车暂时停车运行，控制中心组织救援，尽快疏通区间，待控制中心确认火灾事故消除后，恢复运行。

2. 通风/排烟系统运行模式

中心环调将环控设备转换至隧道火灾运行模式。

3. 乘客组织模式

列车停车后，由驾驶员组织乘客下车，指示乘客沿区间逆风方向进入车站。

6.3.3　区间隧道火灾列车运行组织模式

当列车已经进入火灾区域，无法在火灾区域前停车的情况下，驾驶员应操作列车冲过火灾区域。当列车刚离开车站，发现前方区间发生火灾时，列车应立即停车，并在控制中心的指挥下退回车站。隧道发生火灾时，全线列车将暂时停止运行，待控制中心确认情况后再决定采用相应的运行模式。

1. 通风/排烟系统运行模式

通风/排烟系统在此情况下转换为隧道火灾运行模式，保证乘客安全撤离。

2. 系统其他设备运行模式

地下区段的其他设备系统包括供电系统，通信信号系统、自动售检票系统、给排水系统等，根据具体情况采取相应的模式，阻止火灾的扩散。

6.4　车辆故障的行车组织

6.4.1　扣车规定

1）当行车调度员需要扣停列车时，在人机界面（HMI）上操作，并通知驾驶员和车站或通知车站操作。

2）当车站需要扣车时，由车站值班站长（值班员）在信号单元控制台上操作，并及时通知驾驶员及行车调度员扣车，紧急情况按紧急停车按钮。

3）扣车原则上是“谁扣谁放”，只有在 ATS 设备故障时，对原 MMI 扣停的列车，经行车调度员授权后由相关车站放行。

4）如取消扣车作业时，行车调度员或车站行车值班员应确认列车已停稳后方可操作。

6.4.2　列车反方向运行

1）在没有 ATP 设备保护的情况下，除降级运营时组织单线双方向运行或开行救援列车外，载客列车原则上不能反方向运行。

2）在 ATP 设备正常使用时：

① 列车反向运行在各站不能通过，自动停车，没有跳停功能，停站时分由驾驶员

掌握。

② 列车须反向运行时，在 MMI（LOW）上排列进路，列车根据 ATP 允许速度以 ATO 模式或 SM 模式运行。

③ ATP 轨旁设备故障时，行车调度员通知驾驶员以 RM 模式运行。

④ 工程车需在明确行车计划和进路排列好的情况下方可反方向运行。

6.4.3 列车退行

1）列车因故在站间停车需要退行时，驾驶员必须及时报告行车调度员，在得到行车调度员的命令后方可退行。行车调度员应及时通知有关车站。

2）列车退行进入车站时，车站接车人员应在进站站台端处显示引导信号，列车在进站站台端外必须一度停车，确认引导信号正确方可进站（后端推进退回车站难以确认时，车站应做好站台防护工作）。

3）退行列车到达车站后，驾驶员应及时向行车调度员报告，同时根据行车调度员的命令处理。

6.4.4 列车推进运行

1）列车推进运行，必须得到行车调度员的调度命令，应有引导员在列车头部引导。

2）因天气影响，难以辨认信号时，禁止列车推进运行。

3）在 3% 及以上的下坡道推进运行时，禁止在该坡道上停车作业，并注意列车的运行安全。

6.4.5 恶劣天气时的行车组织

1）在恶劣天气条件下的行车组织原则，以确保行车安全为原则，采取降低运行速度、严格控制一个站间区间只准同方向一列车占用的办法组织行车。

2）当遭遇恶劣气候影响运营时，车站（高架及地面）应做到：

① 各岗位要按照分工加强对各自负责区域的检查和巡视，发现危及运营安全情况时，立即向控制中心（OCC）行车调度员、检修调度员汇报。

② 车站值班站长要立即赶赴现场了解情况，并组织人员、物资进行先期处理。

③ 遇恶劣气候影响驾驶员瞭望或危及运营安全时，驾驶员立即向行车调度员汇报。特殊地段（出入基地、进站、曲间弯道）操纵列车，应采取减速运行、加强瞭望等安全措施，确保列车运营正常。

④ 控制中心（OCC）根据气象预报的预警信息，立即向运营公司领导和有关部门、中心通报，当大雾、暴风、雨、雪、严寒等恶劣天气来临时，提供不同等级的预警、预报。

⑤ 控制中心（OCC）根据各类天气的影响程度和相应级别向运营公司领导报告，经同意后指挥机构和现场处置机构自然成立。

⑥ 控制中心对现场恶劣气候条件下的防范措施进行检查、指导，及时向车站发布运

营信息。

⑦ 控制中心执行指挥机构指令，对不具备安全运营条件的车站下达关闭命令，启动公交接驳方案。

⑧ 控制中心组织具备运行条件的区段维持运营。

复　习　题

1. 列车自动控制（ATC）系统由哪几部分组成？各部分的主要功能是什么？
2. ATP 系统有哪几部分组成？其工作原理是什么？
3. ATO 系统的结构是什么？ATO 系统的主要功能是什么？
4. ATS 系统的结构是什么？ATS 系统的主要功能是什么？
5. 简述道岔故障时的行车组织办法。

第 7 章

运营事故处理及预防

教学目标

1. 简述行车事故处理原则
2. 简述行车突发事件应急处理规定及处理方法
3. 简述行车突发事件应急预案基本内容

7.1 运营事故处理规则

7.1.1 安全生产方针与事故处理原则

1. 安全生产方针

1）为贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的安全方针和执行党、政、工、团齐抓共管的原则，轨道交通企业各级领导要把安全工作当作首要任务来抓，加强安全管理和安全思想教育，强化职工安全意识，严肃劳动纪律和作业纪律，教育职工自觉执行各项规章制度。

2）做好员工技术培训，提高技术业务水平，加强安全检查，及时消除各类隐患。做好设备维修保养，提高设备质量。深入开展安全正点、优质服务的竞赛活动，确保地铁安全运营。

2. 事故处理原则

1）发生运营事故时，应该积极采取措施，迅速组织救援处理，尽快恢复运营，尽量减少事故损失。

2）事故发生后，要以事实为依据，以国家法律、法规、规章为准绳，坚持“四不放过”的原则（即事故原因没有查清不放过，事故责任者没有严肃处理不放过，广大职工没有受到教育不放过，防范措施没有落实不放过）处理事故，查明原因，分清责任，吸取教训，制定措施，防止同类事故再次发生。

3）对事故要定性准确，对事故责任者（或单位），应根据事故性质和情节，分别予以批评教育、经济处罚、行政处分直至追究法律责任。并根据事故性质、情节的严重性，按照有关规定逐级追究责任。

4）地铁公司各级领导及全体职工要严格贯彻执行“依法执政、依法管理、依法从政”的原则。对于违反或为贯彻落实国家安全生产法律法规，或因单位内部管理缺陷、失效而造成安全运营生产的问题，视情节按事故论处。

5）良好的车辆、设备是保证安全运营的物质基础，因车辆、设备漏检、漏修、维修不到位而造成危及安全运营的严重质量问题，按事故论处。

6）地铁系统内任何单位和个人，在“高度集中、统一指挥”的原则下，均有尽快处理故障或事故的责任和义务。发生各类故障或事故时，有关单位和人员应相互配合、积极处理、迅速抢救，尽量减少损失和影响，尽快恢复正常运营。对于因失职或推诿扯皮而贻误时机造成后果的人员，要追究其责任。

7.1.2　运营事故的分类

按照事故性质、损失及对运营造成的影响和危害程度，轨道交通运营事故分为特别重大事故、重大事故、大事故、险性事故、一般事故和事故苗子。

1）特别重大事故。在运营工作中，造成下列后果之一的为特别重大事故：

① 死亡 30 人及其以上的。

② 社会影响特别恶劣的。

③ 造成 100 人以上的急性中毒的。

2）重大事故。在运营工作中，造成下列后果之一的为重大事故：

① 轨道交通发生爆炸、化学恐怖袭击等人为破坏事件。

② 发生二级以上火灾（被困人数 500 人以上）事件。

③ 乘客人身死亡 10 ~ 29 人，或死伤 50 人以上。

④ 轨道交通运营中断 6h 以上。

⑤ 直接经济损失 500 万元以上。

3）大事故。在运营工作中，造成下列后果之一的为大事故：

① 轨道交通发生二级火灾（被困人数 500 人以下）。

② 死亡 3 ~ 9 人，或死伤 10 ~ 49 人。

③ 轨道交通运营中断 3 ~ 6h。

④ 直接经济损失 100 万 ~ 500 万元。

4）险性事故。在地铁运营工作中，凡事故性质严重，但未造成损害后果或损害后果不够大事故及以上事故的。符合下列条件之一的为险性事故：

① 运营线列车冲突。

② 运营线列车脱轨。

③ 运营线列车分离。

④ 列车冒进禁行信号。

⑤ 未经允许列车载客进入非运营线。

⑥ 列车反方向运行未经引导自行进站。

⑦ 列车擅自退行。

⑧ 列车、车辆溜走。

⑨ 列车运行中擅自切除车载安全防护装置。

⑩ 列车错开车门。

⑪ 列车未关闭车门行车。

⑫ 列车运行中开启车门。

⑬ 列车夹人行车。

⑭ 列车运行中，齿轮箱吊挂装置、关节轴承销轴、空压机、牵引电机等车辆重要部件脱落。

⑮ 电话闭塞出站信号故障时无凭证发车。

⑯ 擅自向未具备封锁条件的区间接发列车或擅自向封锁区间接发列车。

⑰ 未办或错办闭塞接发列车。

⑱ 行车或电力指挥通信联络系统中断。

⑲ 信号升级显示。

⑳ 供电系统操作中发生错送电、漏停电。

㉑ 运营中车站照明全部熄灭。

㉒ 给水干管位移侵限、爆裂跑水。

㉓ 排水不畅，积水漫过道床。

㉔ 地铁排雨泵站设备故障，雨水不能排出中断列车运行。

㉕ 运营中走行轨由轨头到轨底贯通断裂。

㉖ 运营线路几何尺寸超限。

㉗ 轨道线路发生胀轨，跑道影响运营。

㉘ 擅自触动、位移站台电视监视车门设备，影响正常使用。

㉙ 未按规定撤除接地保护装置。

㉚ 漏检、漏修或维修不到位而发生重大安全隐患，危及运营安全；

㉛ 其他（性质严重的运营故障、安全隐患，经地铁公司运营安全委员会认定，列入本项）。

5）一般事故。在地铁运营工作中，造成下列后果之一，但损害后果不够大事故、险性事故及其以上事故条件时：

① 非运营线列车冲突。

② 非运营线列车脱轨。

③ 非运营线列车分离。

④ 调车冒进信号。

⑤ 应停列车全列越过显示绿色灯光的出站信号机。

⑥ 应停列车在站通过。

⑦ 列车擅自在不具备条件的车站停车，开启客室车门。

⑧ 漏乘造成列车车长未上车发车。

⑨ 列车车辆未撤除防溜铁鞋或止轮器开车。

⑩ 列车客室内或车站的设施、设备、器材松动脱落等异常情况，造成乘客受伤。

⑪ 运营线列车车辆空气系统（空压机、风缸）安全装置失去作用，造成破损爆裂，运营线列车车辆空气系统（空压机、风缸）安全装置失去作用造成破损爆裂。

⑫ 中断运营正线行车每满 20min 时。

⑬ 直接经济损失在 1 万元及以上。

⑭ 出站信号在中心和车站同时失控或紧急关闭信号失控。

⑮ 运营车站正常照明全部熄灭或侧式站台一侧正常照明全部熄灭。

⑯ 各类设施、设备、器材、物资等侵入车辆接近限界。

⑰ 线路检查维修不当，造成列车临时限速运行。

⑱ 无特殊工种操作证操作特种设备、车辆。

6）事故苗头。在地铁运营工作中，发生或存在安全隐患，但其性质或损害后果不够事故条件且符合下列条件之一时：

① 列车救援。

② 在站应停列车部分冒进进行信号机。

③ 通过列车在站停车进行乘降作业。

④ 列车夹物走车。

⑤ 运行中列车超过规定的限制速度运行。

⑥ 列车在终点站未经允许进行带人折返作业。

⑦ 因对车辆故障隐患未查出、未彻底治理，造成盲目出库上线运行影响运营。

⑧ 电动客车乘客报警装置作用不良。

⑨ 列车驾驶员与车长通话和指令装置同时失去作用。

⑩ 车长或副驾驶员在列车关门后起动时，未进行站车瞭望。

⑪ 执乘中未按规定要求执行呼唤制度。

⑫ 列车信号、通信设备故障，未及时报活修理。

⑬ 车辆、设备人为责任破损，经济损失 2000 元以上。

⑭ 车内行车备品不齐全。

⑮ 错发、错收、错传或漏发、漏收、漏传行车命令。

⑯ 因错办、漏办进路，造成列车变更交路。

⑰ 擅自变更作业计划或安排。

⑱ 调度电话或电台无录音或录音丢失。

⑲ 行车计算机系统监测功能无记录或记录丢失。

⑳ 私自听取或打印行车记录资料。

㉑ 漏开有关运营的技术设备。

㉒ 各类机柜门、检查孔盖未按规定锁闭或设施固定不牢。

㉓ 站台电视监控车门设备故障超过 30min。

㉔ 列车、车辆、设施、设备、机房、班组或隧道内、车站内的站厅、站台、办公用房等处所（含非运营区域）发生初期起火冒烟的险情。

㉕ 设施、设备发生异常脱落，影响运营。

㉖ 施工、检修、清扫设备影响运营。

㉗ 电器、设备接线不符合安全规定。

㉘ 手摇道岔超过 30min。

㉙ 轨道线路发生非正常临时更换钢轨。

㉚ 供电系统操作中发生漏送电、错停电。

㉛ 供电系统发生非正常单边供电。

㉜ 车站或区间的主通风设备发生运行故障，造成功能失效。

㉝ 车站出入通道的台阶或地面破损，影响乘客安全通行。

㉞ 车站大门破损，致使失去防护作用。

㉟ 非吸烟区域吸烟。

㊱ 未按规定穿戴劳动防护用品。

㊲ 站厅、车厢乘客须知及安全标志不齐全。

㊳ 作业现场安全标志不齐全或不规范。

㊴ 未经审批许可擅自进行施工作业。

㊵ 进入地铁施工未登记或作业完毕未注销。

㊶ 在地铁线路上施工未认真落实安全措施，现场无甲方安全负责人。

㊷ 应撤除的设施、设备、装置、器材、材料、物品、备品、标志等未及时撤除。

㊸ 应急抢险救援预案不健全或不落实。

㊹ 应急抢险救援器材、备品、工具不完善、状态不良或不能正确使用。

㊺ 应急抢险救援演练不落实。

㊻ 防火预案及消防设施、设备、器材、工具、备品未配置或状态不良。

㊼ 经检查发现的隐患问题未能按规定及时进行整治或整治不符合要求。

㊽ 对安全隐患未落实监控措施或责任人。

㊾ 单位安全隐患统计、分析、记录系统不健全。

㊿ 安全重点（要害）部位、处所、设备未落实相关制度，没有检查记录；没有故障记录；没有维修记录；没有交接记录。

(51) 违反劳动纪律、规章制度、管理规定，发生严重违章、违纪、违制、失职、脱岗、当班饮酒、岗位打牌等。

(52) 安全运营生产责任制或安全管理制度、档案、台账不健全或不完善。

(53) 安全运营生产规章制度或安全操作规程未制定或制定不完善或不落实。

(54) 其他（经地铁公司运营安全委员会认定的其他安全问题和隐患，列入本项）。

7.1.3 运营事故的现场应急处理及指挥抢险

1. 运营事故的现场应急处理

1）事故发生后，各相关岗位应按规定的报告程序进行报告。

2）有关各类突发事件的应急处理办法，按规定执行，并同时执行各有关专业应急处

理方案。

2. 运营事故的抢险指挥

1）运营事故的抢险指挥组织自低向高分为以下 3 个层级：事故处理主任、抢险指挥小组、公司抢险指挥领导小组及现场总指挥。运营事故的抢险指挥组织的下一级必须服从上一级的指挥，并向上一级报告抢险工作。

2）运营事故的抢险指挥组织办法

① 事故处理主任。在抢险指挥小组到达现场前，现场抢险指挥由事故处理主任负责，事故处理主任按以下办法自然产生：

a. 若直接影响到行车组织、客运服务及线路施工的：若事故发生在区间，涉及列车的由驾驶员担任；事故区间邻近车站值班站长（或站长）到达事故现场后，由该值班站长（或站长）担任。若事故发生在车站或小行基地，由值班站长（或站长）或车厂调度员担任。

b. 若未直接影响到行车组织、客运服务及线路施工的，由管辖责任部门当班班组长或工段长担任现场事故处理主任。

② 抢险指挥小组。抢险指挥小组到达现场后，现场的抢险指挥由抢险指挥小组组长负责，抢险指挥小组组长及副组长按以下办法自然产生：

a. 涉及行车安全的事故（事件）处理，由客运部安全领导小组成员担任现场指挥小组组长，相关设备部门领导小组成员担任现场指挥小组副组长。

b. 未涉及行车安全的事故（事件）处理，由设备所属部门安全领导小组成员担任现场指挥小组组长，其他相关部门领导担任现场指挥小组副组长。

③ 运营分公司抢险指挥领导小组及现场总指挥。若初步判定为可造成重大、大事故的，由运营分公司抢险指挥领导小组负责现场总指挥，运营分公司抢险指挥领导小组由运营分公司安全委员会主任、副主任及运营分公司其他领导组成。必要时，运营分公司抢险指挥领导小组可以指定现场总指挥。

④ 事故处理主任、抢险指挥小组、运营分公司抢险指挥领导小组及现场总指挥。其任务是负责指挥抢救伤员，做好救援准备工作，尽快开通线路，并查看现场，保存可疑物证，查找事故见证人，做好记录，待事故调查处理小组到达后要如实汇报或移交资料。

7.2　事故处理预案及预防

地铁作为为大众服务的城市公共交通的重要组成部分，以其大容量、准时快捷、安全高效的优势，对有效解决人民群众出行、促进城市健康发展、构建社会主义和谐社会具有极其重要的作用。目前我国轨道交通已进入快速发展阶段，政府高度重视，明确提出要逐步构建以城市轨道交通为骨干的城市公共综合交通体系，建立安全便捷、可持续发展的城市轨道交通模式，更好地服务于公众，而地铁运营安全第一的原则也意味着安全管理和事故预防越来越重要。

7.2.1 安全管理

任何一名地铁员工都是确保运营安全的重要力量，地铁运营安全有序与每名员工的成长、利益、价值是一个共同体，是唇齿相依的关系，运营安全离不开每名员工的努力，企业和员工只有相互依存，才能共同发展。只有长期不懈地提高员工安全意识和工作技能，让员工深刻体会到安全与自己息息相关，形成“人人想安全，人人会安全，人人善安全”的文化氛围，才能确保地铁运营稳健发展。

安全工作的一个重要特点就是“只有起点，没有终点”，永远都没有结束的时候，长此下去容易使人产生麻痹大意思想，各级管理人员要坚决杜绝这种思想的滋生与蔓延，在抓安全工作时要带着责任抓，带着感情抓，带着使命抓，抓重点部位，抓重点环节，抓重点岗位，同时可以采用“投石头原理”防麻痹，经常地“敲打点击”，使员工警钟长鸣，保持警惕。

运营服务作为地铁最大的服务载体，任何事故都可能引发媒体和民众的高度关注，对运营造成巨大的社会压力，甚至给地铁的整体形象造成不良影响。各级管理人员要把安全作为地铁运营的头等大事，以铁的手腕、铁的纪律、铁的面孔来抓安全工作，始终坚持“没有安全就没有运营”的理念，落实各项运营安全措施，打造平安地铁。

7.2.2 地铁运营事故分析

通过对近年来国内外地铁事故发生原因的分析，我们可以看到人、车辆、轨道、供电、信号及社会灾害等是造成地铁事故发生的主要因素。

1. 人员因素

从对 2002 年和 2003 年上海地铁一、二号线发生事故的分类统计表明：一般性事故的发生主要是因为乘客未遵守安全乘车规则，而险性事故多是由于工作人员职责疏忽引发的，人员因素是造成地铁事故发生的主要原因，其中包括：

（1）不慎落入和故意跳入轨道

长期以来，因人员跳入地铁轨道，造成地铁列车延误的事件屡次发生，短的一两分钟，长则三五分钟。而地铁列车只要一旦受到影响，不能正点行驶，势必影响全局，需要全线进行调整。

（2）高峰时段造成拥挤

1999 年 5 月在白俄罗斯，因地铁车站人员过多，发生踩踏事件，导致 54 名乘客被踩死事件；2001 年 12 月 4 日，北京地铁一号线一名女子在站台上候车，当车驶入站台时，被拥挤人流挤下站台，当场被列车压死。

（3）工作人员处理措施不得

在 2003 年韩国大邱市那场地铁火灾中，地铁驾驶员和综合调度室有关人员对灾难的发生就有着不可推卸的责任。前方车站已经发生火灾，另一辆 1080 号列车依然驶入烟雾弥漫的站台，在车站已经断电、列车不能行驶的情况下，驾驶员没有采取任何果断措施疏散乘客，却车门紧闭，请示调度该如何处理，更不可思议的是，在事故发生 5min 后，调度

居然还下达“允许 1080 号车出发”的命令。

2. 轨道因素

2001 年 5 月 22 日，台北地铁淡水线士林站附近轨道发生裂缝，地铁被迫减速，并改为手动驾驶，造成 10 万旅客上班受阻。

3. 供电因素

2003 年 7 月 15 日，上海地铁一号线莲花路到莘庄的列车突然停电，被迫停运 62min，原因是地铁牵引变电站直流快速断路器跳闸，列车蓄电池亏电过量导致列车无法正常启动。2003 年 8 月 28 日，英国首都伦敦和英格兰东南部部分地区突然发生大面积停电事故，伦敦近2/3地铁停运，大约 25 万人被困在伦敦地铁中。

4. 车辆因素

2000 年 6 月，美国发生一起地铁列车意外出轨事故，造成 89 位乘客受伤；2003 年 1 月 25 日，英国伦敦一列挂有 8 节车厢的中央线地铁列车在行经伦敦市中心一地铁站时出轨，并撞在隧道墙上，最后 3 节车厢撞在站台上，32 名乘客受轻伤。同年 9 月，一列慢速行驶的地铁列车在国王十字地铁站出轨，导致地铁停运数小时。

2003 年 3 月 20 日，上海地铁三号线闸门自动解锁拖钩故障，造成停运 1h 多；2002 年 4 月 4 日，上海地铁二号线因机械故障导致车门无法开启，停运 30min。

5. 信号因素

2003 年 3 月 17 日，上海地铁一号线信号控制系统突然发生故障，停运 8min。2003 年 2 月 14 日，上海二号线中央控制室自动信号系统发生故障，停运 20min。

6. 社会灾害

地铁车站及地铁列车是人流密集的公众聚集场所，一旦发生爆炸、毒气、火灾等突发事件，容易造成群死群伤或重大损失，严重地影响社会秩序。1995 年 3 月 20 日日本东京地铁曾经遭受邪教组织“奥姆真理教”施放沙林毒气，夺走了 10 多条人命，5000 多人受伤，引起全世界震惊。2003 年 2 月 18 日韩国大邱市地铁发生的纵火事件造成至少 126 人死亡，146 人受伤，318 人失踪。

7.2.3　事故预防对策

1. 加强对乘客和地铁员工的教育

由于乘客素质对地铁安全运营有很大影响，所以应加强对市民的安全乘车意识和在紧急情况下逃生自救知识的宣传教育，减少由于乘客的失误而产生的地铁运营事故。

统计表明，几乎每一起重大事故都与地铁工作人员的失职有关。韩国大邱市发生地铁惨案一个重要原因，就是企业日常职工教育工作流于形式，没有落到实处，因而自食恶果。所以务必加强对员工的法制教育、技术教育、安全教育和职业道德教育，教育员工牢固树立“安全第一”的思想，任何时候都不能麻痹大意。

2. 建立自动监视及报警系统

为保证地铁安全运行，每个地铁系统都应具备自动监测及报警系统（Fire Alarm System，FAS）。FAS 对于确保地铁安全以及正常运营具有极其重要的作用，是地铁各系统

中不可缺少的重要组成部分。受 FAS 保护的具体对象是全线车站、主变电所、车辆段及通信信号楼。地铁 FAS 必须是一个高度可靠的系统，接线简单，组网灵活，容易维修和扩展，运行控制中心（OCC）应有全线示意图，能监控全线的报警情况。

3. 采用先进的设备及其检测体系

地铁的运营涉及众多的人员和先进设备。车辆、线路、信号等设备性能直接关系到列车的安全运行。例如：北京地铁设有双组变电站供电、紧急照明和应急通风设施，即使在出现两个主变电站同时停电、列车失去牵引力最终停车时，也不会导致出现地铁“失控”现象。地铁的指挥系统，如调度电话、通信系统等，在失电情况下仍能正常使用，它们全部由蓄电池供电。上海地铁有两套自动防火设施，两级自动监控系统，一级设在车站，另一级设在中央控制室，自动灭火喷淋系统，有水喷和气体喷两种，可以针对不同的火灾原因进行调控，地铁隧道里还设有专门的排烟装置，一旦发生火灾，隧道内的事故风机系统就会起动，在最短时间内排出有毒烟雾，防止窒息。地铁发生意外导致紧急断电，在突如其来的黑暗状态下人员极易发生混乱，造成伤亡，因此在断电情况下能持续保持光源十分关键，自发光疏散指示系统完全解决了这个问题，这些安全标志在完全失去光源的情况下仍然能够利用自身的蓄能发光，以便乘客在漆黑一片中找到逃生的方向。同时加强车辆维护及检修工作，提高综合服务水平。

4. 建立应急救援体系，增强应急处置能力

根据国内外地铁突发事件发生的特点和运营救援抢险的经验，针对地铁发生火灾、列车脱轨或冲突、大面积停电、爆炸、自然灾害以及设备故障、客流冲击、恐怖袭击等非常情况建立健全应急预案体系，制定相应的应急预案，其中部分预案需经政府组织相关部门、专家进行评审，报政府批准。

另外组织员工对各种预案进行学习，按计划组织演练，演练方式包括培训式、桌面式、突发式，在演练过程中，每个安全点都安排评估人员把关，使演练安全有序进行。定期的实战演练可以及时暴露预案的缺陷，发现救援设备是否足够、运营设备是否完好、员工是否熟悉掌握各种规章，改善各部门间的协调作战的能力，增强员工的熟练程度和信心，提高员工的安全意识；通过演练检验规章、设备和预案，提高员工的业务技能，增强员工对突发事件的应急处理能力。

7.3 事故应急预案

应急预案是针对各种可能发生的事故或突发事件所需的应急行动而制定的指导性文件，是应急救援系统的重要组成部分。其目的是指导应急行动按计划有序地进行，防止因行动组织不力或现场救援工作的混乱而延误事故应急救援，从而减少人员伤亡和财产损失。

1. 应急预案的制定

应急预案的制定应该分层次、分级别。

1）城市轨道交通特大事故和突发事件应急救援预案应由当地政府组织制定。当地政

府应组织城市轨道交通运营单位、公安、消防、供电、通信、供水、交通和医疗等单位建立统一和完善的灾害救援指挥机构和抢险救灾体系，制订故障、火灾、爆炸、化学恐怖袭击、灭火抢险救灾等应急处理工作预案。

2）城市轨道交通运营单位应急预案。城市轨道交通运营单位应组织制订运营机构应对轨道交通事故和突发事件应急救援预案。该预案应遵循统一指挥、逐级负责、快速反应、配合协同的原则。并且该应急预案还要包含以下子预案：

① 控制中心应急处理预案（调度指挥预案）。城市轨道交通运营单位应组织制定控制中心应急处理预案，该预案应规定控制中心各调度岗位在运营组织中，遇到各类突发事件时的应急处理程序。

② 城市轨道交通车站应急处理预案。城市轨道交通运营单位应组织制定车站应对各类事故和突发事件的应急处理预案。车站现场应急处理预案均应遵循及时报警、疏散乘客、抢救伤员的原则，周密制定相关岗位职责、工作流程和设施器材配置标准及操作规程。

③ 车站其他预案。为确保城市轨道交通运营安全，除火灾应急预案外，运营单位还应建立毒气、爆炸、劫持人质等突发事件应急预案。

④ 车务安全应急处理预案。城市轨道交通运营单位应组织制定车务安全应急处理预案，该预案应规定车站、客车驾驶员及车厂行车有关人员对乘客服务、行车组织、调车作业等工作中可能发生的各种应急事件、事故的处理程序。

⑤ 乘客疏散预案。因发生火灾等突发事件需要疏散乘客时，各岗位工作人员应密切配合、协调动作，根据指挥进行乘客疏散作业。

2. 应急预案的基本内容

1）运营单位抢险指挥领导小组的人员组成和职责。抢险指挥领导小组应负责抢险救援的组织、指挥、决策，并指挥各部门实施各自应急预案，尽快恢复轨道交通运营。

2）抢险信息的报告程序，应遵循迅速、准确、客观和逐级报告的原则。

3）现场处置过程中各部门的组织原则及相关职责。

4）不同事故情况下的抢险救援策略和人员疏散方案。

5）提供救援人员、通信、物资、医疗救护和生活保障。

3. 应急预案的分类

应急预案按照针对事故的不同，可以分故障应急预案、事故应急预案、突发事件应急预案 3 种。

4. 应急预案的使用

应急预案在编制完成后，应注意先让工作人员熟悉和演练。首先，应急预案必须及时发放给相关工作人员，包括应急处置指挥人员、参与应急处置人员、可能与事故直接有关人员、可能会受到事故影响的人员等。其次，应急预案必须通过模拟演练与培训来强化。通常应急预案中规定的救援办法都需要多单位、多部门的人员进行相关配合使用，因此通常应急预案在被编制完后一定要按照里面提及的人员进行配合模拟演练。

复 习 题

1. 简述行车事故处理原则。
2. 简述行车突发事件应急处理规定及处理方法。
3. 简述行车突发事件应急预案基本内容。

第 8 章

救援列车与工程车的开行

教学目标

1. 了解救援列车的开行方法
2. 了解工程车的开行方法及注意事项

8.1 救援列车的开行

1. 救援列车的请求与派遣

1）列车的故障在规定时间内未能排除，且不能动车时，驾驶员及时报告行车调度员，由控制中心值班主任确定处理办法，当决定救援时，驾驶员做好救援的防护连挂工作。

2）正线发生列车故障需救援时，行车调度员应及时通知相关换乘点的驾驶员，事后应通报派班员。需车辆段出车时，应及时通知信号楼，由信号楼负责车辆段内的组织安排。

3）请求救援列车需要疏散乘客时，行车调度员发出口头命令通知驾驶员和有关车站，要做好乘客疏散及救援工作。驾驶员除引导乘客下车外，还必须做好客车的防护及协助救援工作。

2. 救援列车的开行

1）行车调度员决定救援或接到驾驶员的救援请求后，向有关车站、驾驶员（检调、运转派班员）发布开行救援列车的命令，及时组织备用车上线。采用无 ATP 系统的列车救援或因挤岔、脱轨、线路故障等可能会影响后续列车行车安全的原因救援时，必须发布封锁线路的命令。

2）已申请救援的列车严禁动车，驾驶员应做好防护及救援准备工作。

3）原则上救援列车空车前往救援。救援列车驾驶员接到救援命令，清客广播 2 次后，可关闭客室照明，2min 内未能清客完毕，带客前往救援。列车到达存车线车辆段前，安排车站、公安配合再次清客。

4）救援列车应距被救援车 20m 外停车，以 5km/h 速度接近故障车 3m 处再度停车，听候救援负责人（被救援列车驾驶员）的指挥连挂。故障车在连挂之前可断续排除故障，但不能动车，如故障排除则报告行车调度员解除救援。

5）向封锁线路发出救援列车时，不办理行车闭塞手续，以行车调度员命令作业进入该封锁线路的许可。

6）在未接到开通封锁线路的调度命令前，不得将救援列车以外的其他列车开往该线路。

8.2 工程车的开行

1. 施工计划分类

非运营时间的施工组织，凡需进入轨行区、影响列车运行或对车站客运服务带来较大影响的施工作业，须有施工计划的批准方可安排施工。

1）施工计划按时间划分为周计划、日补充计划和临时补修计划。

2）周计划在施工部门提交“周施工计划申报单”的基础上，由施工管理部门组织召开计划审批会议后，编成“施工行车通告”下达。

3）日补充计划，由施工部门向施工管理部门提报，由施工管理部门审核、协调计划必要性后，经 OCC 审核后下达执行。

4）临时补修计划由施工部门向 OCC 提报，由值班主任审核、协调计划必要性后下达执行。

5）OCC 根据施工作业计划签发“施工作业令”，施工人员凭“施工作业令”到车站或信号楼办理施工登记，车站、信号楼按有关规定办理施工手续。

6）运营时间内临时抢修作业由 OCC 负责安排。非运营时间的施工，因抢修需要的临时补修计划有优先权，控制中心在组织实施施工计划时，有调整权。

2. 工程车的开行

（1）工程车开行依据

① 按“施工行车通告”或日补充计划或临时补修计划的规定和要求执行，发布工程车开行的调度命令。

② 临时的特殊情况按行车调度员命令执行。

（2）工程车开行指挥的规定

① 非运营时间，行车调度员负责工程车进路监控，与工程车驾驶员、车长的联络及与各站布置、落实工程车开行的有关事宜。

② 负责与相关车站办理施工清点登记、审批和销点工作；工程车开车前发布好相关的书面调度命令。

③ 行车调度员在同意工程车开车前，必须在“线路施工作业登记表”上确认工程车运行的前方进路无施工作业，并在 OCC 联锁工作站上确认工程车运行的前方进路已准备好。

④ 工程车驾驶员在出车前，应仔细检查轨道平板车和内燃机车的连挂情况，连挂达不到规定要求时，工程车不允许开行。

⑤ 在工程车出车辆段前，工程车驾驶员要与行车调度员试验无线电的性能；工程

车在运行中行车调度员要加强与驾驶员和车长的联系，掌握工程车运行计划，确认进路。

⑥ 行车调度员组织工程车正线运行时，应尽量避免分段行车；当前方施工作业未按时结束或因特殊情况须组织工程车分段运行时，应提前一个站扣停工程车，并使用调度电话，通知工程车驾驶员允许运行的起、止站，受令人必须要原话复诵。

⑦ 遇到以下情况时，行车调度员应提前通知车站接发工程车：向驾驶员发布书面调度命令；当行车调度员使用无线电联系不到驾驶员时，须通过车站拦停工程车询问情况；临时需要拦停工程车。

在正常情况下，工程车在正线运行时，应按闭塞方式组织运行，凭地面信号及调度命令行车。一个联锁区同一线路原则上只准有一列工程车运行，工程车之间至少应保证一个区间的间隔。同一联锁区必须开行多列工程车或间隔不能满足时应由值班主任同意。工程车在区间、非联锁站及无信号机的车站作业后折返时，凭调度命令行车。

在特殊情况下，可根据控制中心行车调度员的调度命令，采用封锁区间运行的方法，但必须符合下列要求：

① 封锁区间的所有道岔均应保持锁闭，开通列车运行方向。

② 封锁区间内无其他施工、维修作业。

③ 列车不准越出封锁区间范围运行。

④ 列车必须按规定的时间离开封锁区间。

⑤ 封锁区间两端应按规定设置防护设施。

工程车在有道岔车站进行转线调车作业时，驾驶员应在道岔区段防护信号机前规定的位置停车，使用无线手持台向车站行车值班员报告说明车辆现在的位置、去向和行车相关的作业，车站行车值班员接到驾驶员的行车报告后，检查线路，办理相关的进路，开放信号，驾驶员按照相应的显示信号并确认道岔位置（道岔处于定位或反位）正确后，进行转线调车作业。

在道岔区段防护信号出现故障时，工程车进入线路道岔区段，车站行车值班员必须将线路上道岔按工程车运行方向在 ATS 单元控制台（或鼠标控制台）上将道岔进行锁闭，驾驶员按车站行车值班员引导手信号进行相关的作业。

工程车驾驶员应注意工程车停车位置，尽量使工程车停在平直长坡道上；不能停在平直长坡道上的工程车，应注意做好防溜措施，必须在车辆两端放置防溜设施，防止车辆溜放。

工程车驾驶员应在出车前对车辆（含轨道平板车）的走行部位、连挂装置和制动装置进行性能检查，状态良好、合格后方能使用。在行车中工程车驾驶员应注意观察车辆的状态，确保施工作业过程中工程车的安全运行。

（3）工程车可以牵引运行，也可推进运行，各站按正常列车办理。

（4）工程车中车辆编挂作业由车长负责检查。工程车装载货物高度超过距轨面 3800mm 时，接触网必须停电。

（5）工程车进出正线的规定

① 工程车必须在本线路最后一列电客车之后运行，并保持数个站间区间的间隔（一般情况下为 4 个站间距），以保证运行安全。

② 工程车必须在正线第一列客车运营前 60min 出清正线。

③ 工程车在车站始发或停车后再开时，驾驶员要确认地面信号或按行车调度员的命令行车。

④ 车站原则上不用接发列车，工程车在运行中驾驶员、车长通过电台加强与车站联系，掌握运行计划，确认运行进路。开行超长、越限、超重货物的工程列车时，车站必须派人在站台监督列车运行，发现危及安全时应及时显示停车信号，并报告行车调度员。

⑤ 工程车到达指定的施工作业区域后，行车调度员应根据施工计划及时发布书面命令封锁该作业区，并布置有关防护措施。待施工结束后，再开通有关线路，安排工程车回车辆段。

⑥ 工程车编挂有平板车时，因施工或装卸货物的需要，可以在中途站甩下作业，但要做好安全防护及防溜安全措施，返回时要挂走。平板车在区间原则上不准甩下作业。工程车在有坡度的线路上施工停靠时，不得进行分解、连挂等一系列作业。

⑦ 工程车驾驶员应随时注意出车前、行车过程中的车辆运行状态，发现问题及时报控制中心行车调度员。

⑧ 工程车载有工具、物品和空载运行时，都不得侵入行车限界。工程车载有工具、物品时，应安放稳固，必须有防范工程车在行驶过程中工具和物品滑落的安全措施。工程车在区间装卸工具、物品时，施工负责人应指挥工程车停于指定的规定位置，不得主观随意停放，要确保工具、物品装卸的安全。

⑨ 工程车在线路上行驶时，工程车驾驶员应注意瞭望前方线路情况，防止有施工工具、材料、物品和施工人员突然侵入行车限界，并注意前方道岔开行方向是否正确。工程车在线路行驶过程中，要平稳地走行，不得急停急动。

⑩ 内燃机车在连挂轨道平板车时，轨道平板车不允许载人。工程车在运行过程中，车上人员应按相关的规定要求站好，不得妨碍驾驶员的瞭望视野。

⑪ 工程车在线路上临时停放时，必须放置防滑、防溜装置，车辆两端要放置警示标志。

⑫ 遇有线路、道岔等行车设备检修完工后，按规程规定使用工程车配合试运转作业时，要有施工负责人和专业工程技术人员在现场负责技术问题，由施工负责人指挥工程车运行。

⑬ 工程车驾驶员必须掌握好工程车运行速度，按规定速度操作运行。工程车运行速度见表 8-1。

表 8-1　工程车运行速度

序　号	项　目	机　型	速度/(km/h)	说　明
1	正线	内燃机车	45	通过车站 40km/h，车辆段 25km/h
2		接触网检修作业车	50	
		接触网架线作业车	70	
3		网轨检测车	60	
4		磨轨车	45	
5		平板车	20	

复　习　题

1. 救援列车进入封锁区间的行车办法是什么？
2. 对实施救援有何规定？
3. 对开行工程列车有何规定？

附录A

城市轨道交通运营管理办法

（建设部令第140号）

第一章 总 则

第一条 为了加强城市轨道交通运营管理，保证城市轨道交通正常、安全运营，维护城市轨道交通运营秩序，保障乘客和城市轨道交通运营者的合法权益，制定本办法。

第二条 本办法适用于城市轨道交通的运营及相关的管理活动。

第三条 国务院建设主管部门负责全国城市轨道交通的监督管理工作。

省、自治区人民政府建设主管部门负责本行政区域内城市轨道交通的监督管理工作。

城市人民政府城市轨道交通主管部门负责本行政区域内城市轨道交通的监督管理工作。

第二章 运营管理

第四条 城市人民政府城市轨道交通主管部门应当按照《行政许可法》以及市政公用事业特许经营的有关规定，依法确定城市轨道交通运营单位。

第五条 新建城市轨道交通工程竣工后，应当进行工程初验；初验合格的，可以进行试运行；试运行合格，并具备基本运营条件的，可以进行试运营。

城市轨道交通工程竣工，按照国家有关规定验收，并报有关部门备案。经验收合格后，方可交付正式运营。

安全设施不符合有关国家标准的新建、改建、扩建城市轨道交通工程项目，不得投入运营。

第六条 城市轨道交通运营单位应当按照国家有关规定和特许经营协议，制定城市轨道交通运营服务规则和设施保养维护办法，保证城市轨道交通的正常、安全运营。

第七条 城市轨道交通运营单位应当执行价格主管部门依法确定的票价，不得擅自调整。

第八条 城市轨道交通运营单位应当为乘客提供安全便捷的客运服务，保证车站、车厢整洁，出入口、通道畅通，保持安全、消防、疏散导向等标志醒目。

第九条 城市轨道交通运营单位工作人员应当佩戴标志、态度文明、服务规范。驾驶员、调度员、行车值班员等岗位的工作人员应当经培训合格后，持证上岗。

城市轨道交通运营单位应当在车站配备急救箱，车站工作人员应当掌握必要的急救知

识和技能。

第十条　城市轨道交通运营过程中发生故障而影响运行的，城市轨道交通运营单位应当及时组织乘客疏散，并尽快排除故障，恢复运行。一时无法恢复运行的，城市轨道交通运营单位应当及时报告城市人民政府城市轨道交通主管部门。

第十一条　城市轨道交通因故不能正常运行的，乘客有权持有效车票要求城市轨道交通运营单位按照单程票价退还票款。

第十二条　禁止下列危害城市轨道交通正常运营的行为：

（一）在车厢内吸烟、随地吐痰、便溺、吐口香糖、乱扔果皮、纸屑等废弃物；

（二）在车站、站台、站厅、出入口、通道停放车辆、堆放杂物或者擅自摆摊设点堵塞通道的；

（三）擅自进入轨道、隧道等禁止进入的区域；

（四）攀爬、跨越围墙、护栏、护网、门闸；

（五）强行上下列车；

（六）在车厢或者城市轨道交通设施上乱写、乱画、乱张贴；

（七）携带宠物乘车；

（八）危害城市轨道交通运营和乘客安全的其他行为。

第十三条　禁止乘客携带易燃、易爆、有毒和放射性、腐蚀性的危险品乘车。

城市轨道交通运营单位可以对乘客携带的物品进行安全检查，对携带危害公共安全的危险品的乘客，应当责令出站；拒不出站的，移动公安部门依法处理。

第十四条　城市人民政府城市轨道交通主管部门和城市轨道交通运营单位应当建立投诉受理制度，接受乘客对违反运营规定和服务规则的行为的投诉。

城市轨道交通运营单位应当自受理投诉之日起十个工作日内做出答复。

第三章　安 全 管 理

第十五条　城市轨道交通运营单位应当依法承担城市轨道交通运营安全责任，设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员，保证安全生产条件所必需的资金投入。

第十六条　城市轨道交通运营单位应当按照反恐、消防管理、事故救援等有关规定，在城市轨道交通设施内，设置报警、灭火、逃生、防汛、防爆、防护监视、紧急疏散照明、救援等器材和设备，定期检查、维护、按期更新，并保持完好。

第十七条　城市轨道交通运营单位负责城市轨道交通设施的管理和维护，定期对土建工程、车辆和运营设备进行维护、检查，及时维修更新，确保其处于安全状态。检查和维修记录应当保存至土建工程、车辆和运营设备的使用期限到期。

第十八条　城市轨道交通运营单位应当组织对城市轨道交通关键部位和关键设备的长期监测工作，评估城市轨道交通运行对土建工程的影响，定期对城市轨道交通进行安全性评价，并针对薄弱环节制定安全运营对策。

在发生地震、火灾等重大灾害后，城市轨道交通运营单位应当对城市轨道交通进行安全性检查，经检查合格后，方可恢复运营。

第十九条 城市轨道交通运营单位应当采取多种形式向乘客宣传安全乘运的知识和要求。

第二十条 城市轨道交通应当在以下范围设置控制保护区：

（一）地下车站与隧道周边外侧五十米内；

（二）地面和高架车站以及线路轨道外边线外侧三十米内；

（三）出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物外边线外侧十米内。

第二十一条 在城市轨道交通控制保护区内进行下列作业的，作业单位应当制定安全防护方案，在征得运营单位同意后，依法办理有关行政许可手续：

（一）新建、扩建、改建或者拆除建筑物、构筑物；

（二）敷设管线、挖掘、爆破、地基加固、打井；

（三）在过江隧道段挖沙、疏浚河道；

（四）其他大面积增加或减少载荷的活动。

上述作业穿过地铁下方时，安全防护方案还应当经专家审查论证。

运营单位在不停运的情况下对城市轨道交通进行扩建、改建和设施改造的，应当制订安全防护方案，并报城市人民政府城市轨道交通主管部门备案。

第二十二条 在城市轨道交通线路弯道内侧，不得修建妨碍行车瞭望的建筑物、构筑物，不得种植妨碍行车瞭望的树林。

第二十三条 禁止下列危害城市轨道交通设施的行为：

（一）非紧急状态下动用应急装置；

（二）损坏车辆、隧道、轨道、路基、车站等设施设备；

（三）损坏和干扰机电设备、电缆、通信信号系统；

（四）污损安全、消防、疏散导向、站牌等标志，防护监视等设备；

（五）危害城市轨道交通设施的其他行为。

第四章 应 急 管 理

第二十四条 城市人民政府城市轨道交通主管部门应当会同有关部门制订处理突发事件的应急预案；城市轨道交通运营单位应当根据实际运营情况制定地震、火灾、浸水、停电、反恐、防爆等分专题的应急预案，建立应急救援组织，配备救援器材设备，并定期组织演练。

当发生地震、火灾或者其他突发事件时，城市轨道交通运营单位和工作人员应当立即报警和疏散人员，并采取相应的紧急救援措施。

第二十五条 城市轨道交通车辆地面行驶中遇到沙尘、冰雹、雨、雪、雾、结冰等影响运营安全的气象条件时，城市轨道交通运营单位应当启动应急预案，并按照操作规程进行安全处置。

第二十六条 遇有城市轨道交通客流量激增危及安全运营的紧急情况，城市轨道交通运营单位应当采取限制客流量的临时措施，确保运营安全。

第二十七条 遇有自然灾害、恶劣气象条件或者发生突发事件等严重影响城市轨道交

通安全的情形，并且无法采取措施保证安全运营时，运营单位可以停止线路运营或者部分路段运营，但是应当提前向社会公告，并报告城市人民政府城市轨道交通主管部门。

第二十八条　城市轨道交通运营中发生安全事故，城市人民政府城市轨道交通主管部门、城市轨道交通运营单位应当依据应急预案进行处置。

第二十九条　城市轨道交通运营中发生人员伤亡事故，应当按照先抢救受伤者，及时排除故障，恢复正常运行，后处理事故的原则处理，并按照国家有关规定及时向有关部门报告；城市人民政府城市轨道交通主管部门、城市轨道交通运营单位应当配合公安部门及时对现场进行勘察、检验，依法进行现场处理。

第三十条　城市轨道交通运营过程发生乘客伤亡的，城市轨道交通运营单位应当依法承担相应的损害赔偿责任；能够证明伤亡人员故意或者自身健康原因造成的除外。

第五章　法 律 责 任

第三十一条　违反本办法第五条规定，未经竣工验收合格，将城市轨道交通工程项目投入正式运营的，按照《建设工程质量管理条例》的有关规定进行处罚。

第三十二条　违反本办法第七条规定，城市轨道交通运营单位未执行价格主管部门依法确定的票价的，由价格主管部门按照价格法律法规的规定依法处罚。

第三十三条　违反本办法规定，城市轨道交通运营单位有下列行为之一的，由城市人民政府城市轨道交通主管部门责令限期改正，并可处以 5000 元以下罚款：

（一）违反本办法第八条规定，未保证车站、车厢整洁，出入口、通道畅通，保持安全、消防、疏散导向等标志醒目的；

（二）违反本办法第九条规定，安排未经培训合格的工作人员上岗或者未在车站配备急救箱的。

第三十四条　违反本办法第十条规定，城市轨道交通运营单位在发生运营故障时未及时组织乘客疏散的，由城市人民政府城市轨道交通主管部门给予警告，并处以 5000 元以下罚款。

第三十五条　违反本办法第十二条、第十三条的规定，影响城市轨道交通安全正常运营的，由城市人民政府城市轨道交通主管部门责令改正，并可处以 50 元以上 500 元以下罚款。

第三十六条　违反本办法规定，城市轨道交通运营单位有下列行为之一的，由城市人民政府城市轨道交通主管部门给予警告，责令限期改正，并可处以 1 万元以下罚款：

（一）违反本办法第十六条规定，未设置报警、灭火、逃生、防汛、防爆、防护监视、紧急疏散照明、救援等器材和设备，并保持完好的；

（二）违反本办法第二十四条规定，未按照规定建立应急预案的。

第三十七条　违反本办法第十七条规定，城市轨道交通运营单位未按照规定定期检查和及时维护城市轨道交通设施的，由城市人民政府城市轨道交通主管部门给予警告，责令限期改正，并可处以 1 万元以下罚款。

第三十八条　违反本办法规定，有下列行为之一的，由城市人民政府城市轨道交通主

管部门给予警告，责令限期改正，并可处以 1 万元以上 3 万元以下罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任；情节严重，构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）违反本办法第二十一条第一款规定，在城市轨道交通控制保护区内进行作业的作业单位未制定安全防护方案，或者未征得城市轨道交通运营单位同意的；

（二）违反本办法第二十一条第三款规定，城市轨道交通运营单位对轨道交通进行扩建、改建和设施改造时，未制定安全防护方案的。

第三十九条 个人或者单位违反本办法第二十二条、第二十三条规定，影响城市轨道交通安全的，对个人处以 500 元以上 1000 元以下罚款，对单位处以 1000 元以上 5000 元以下罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任。

第四十条 城市轨道交通运营单位有下列行为之一的，由城市人民政府城市轨道交通主管部门给予警告，责令限期改正，并可处以 1 万元以下罚款：

（一）违反本办法第二十五条规定，遇有恶劣气象条件时，未按照应急预案和操作规程进行处置的；

（二）违反本办法第二十六条规定，在客流量急增危及安全运营时，未采取限制客流量的临时措施的；

（三）违反本办法第二十七条规定，停止运营时，未提前向社会公告和报告主管部门的；

（四）违反本办法第二十八条规定，发生安全事故时，未按照应急预案进行处置的。

第四十一条 城市人民政府城市轨道交通主管部门工作人员玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的，由其所在单位依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六章 附 则

第四十二条 本办法所称城市轨道交通，是指城市公共交通系统中大运量的城市地铁、轻轨等城市轨道公共客运系统。

本办法所称城市轨道交通设施，是指为保障城市轨道交通系统正常安全运营而设置的轨道、隧道、高架道路（含桥梁）、车站（含出入口、通道）、通风亭、车辆、车站设施、车辆段、机电设备、供电系统、通信信号系统等设施。

第四十三条 本办法自 2005 年 8 月 1 日起施行。

附录B

特别重大事故调查程序暂行规定

（国务院34号令）

第一章　总　　则

第一条　为了保证特别重大事故的调查工作顺利进行，制定本规定。

第二条　本规定所称特别重大事故，是指造成特别重大人身伤亡或者巨大经济损失以及性质特别严重、产生重大影响的事故。

第三条　本规定适用于特别重大事故（以下简称特大事故）的调查。但国家法律、法规已有规定的除外。

第四条　特大事故的调查工作，必须坚持实事求是、尊重科学的原则。

第五条　任何单位或者个人不得非法干预特大事故的调查工作。

第二章　特大事故的现场保护和报告

第六条　特大事故发生后，事故发生地的有关单位必须严格保护事故现场。

第七条　特大事故发生单位在事故发生后，必须做到：

（一）立即将所发生特大事故的情况，报告上级归口管理部门和所在地地方人民政府，并报告所在地的省、自治区、直辖市人民政府和国务院归口管理部门。

（二）在二十四小时内写出事故报告，报本条（一）项所列部门。

第八条　涉及军民两个方面的特大事故，特大事故发生单位在事故发生后，必须立即将所发生特大事故的情况报告当地警备司令部或最高军事机关，并应当在二十四小时内写出事故报告，报上述单位。

第九条　省、自治区、直辖市人民政府和国务院归口管理部门，接到特大事故报告后，应当立即向国务院作出报告。

第十条　特大事故报告应当包括以下内容：

（一）事故发生的时间、地点、单位；

（二）事故的简要经过、伤亡人数，直接经济损失的初步估计；

（三）事故发生原因的初步判断；

（四）事故发生后采取的措施及事故控制情况；

（五）事故报告单位。

第十一条　特大事故发生单位所在地地方人民政府接到特大事故报告后，应当立即通

知公安部门、人民检察机关和工会。

第十二条 特大事故发生地公安部门得知发生特大事故后，应立即派人赶赴事故现场，负责事故现场的保护和收集证据工作。

第十三条 特大事故发生单位所在地地方人民政府负责组织由有关部门参加的特大事故现场勘查工作。

第十四条 因抢救人员、防止事故扩大以及疏通交通等原因，需要移动现场物件的应当做出标志、绘制现场简图并写出书面记录，妥善保存现场重要痕迹、物证。

第十五条 特大事故发生后，特大事故发生单位所在地地方人民政府可以根据实际需要，将特大事故的有关情况通报当地驻军，请驻军参加事故的抢救或者给予必要的支援。

第三章 特大事故的调查

第十六条 特大事故发生后，按照事故发生单位的隶属关系，由省、自治区、直辖市人民政府或者国务院归口管理部门组织成立特大事故调查组，负责特大事故的调查工作。涉及军民两个方面的特大事故，组织事故调查的单位应当邀请军队派员参加事故的调查工作。

第十七条 国务院认为应当由国务院调查的特大事故，由国务院或者国务院授权的部门组织成立特大事故调查组。

第十八条 特大事故调查组，应当根据发生事故的具体情况，由事故发生单位的归口管理部门、公安部门、监察部门、计划综合部门、劳动部门等单位派员组成，并应当邀请人民检察机关和工会派员参加。特大事故调查组根据调查工作的需要，可以选聘其他部门或者单位的人员参加，也可以聘请有关专家进行技术鉴定和财产损失评估。

第十九条 特大事故调查组成员应当符合下列条件：

（一）具有事故调查所需要的某一方面的专长；

（二）与所发生事故没有直接利害关系。

第二十条 特大事故调查组织的职责如下：

（一）查明事故发生的原因、人员伤亡及财产损失情况；

（二）查明事故的性质和责任；

（三）提出事故处理及防止类似事故再次发生所采取措施的建议；

（四）提出对事故责任者的处理建议；

（五）检查控制事故的应急措施是否得当和落实；

（六）写出事故调查报告。

第二十一条 特大事故调查组有权向事故发生单位、有关部门及有关人员了解事故的有关情况并索取有关资料，任何单位和个人不得拒绝。

第二十二条 任何单位和个人不得阻碍、干涉事故调查组的正常工作。

第二十三条 特大事故调查组写出事故调查报告后，应当报送组织调查的部门。经组织调查的部门同意，调查工作即告结束。

第四章　罚　　则

第二十四条　违反本规定，有下列行为之一者，特大事故调查组可建议有关部门或者单位对有关人员给予行政处罚；构成犯罪的，由司法机关依法追究刑事责任：

（一）对已发生的特大事故隐瞒不报、谎报或者故意拖延报告期限的；

（二）故意破坏事故现场的；

（三）阻碍、干涉调查工作正常进行的；

（四）无正当理由、拒绝接受特大事故调查组查询或者拒绝提供与事故有关的情况和资料的。

第二十五条　特大事故调查组成员有下列行为之一者，由有关部门给予行政处罚；构成犯罪的，由司法机关依法追究刑事责任：

（一）对调查工作不负责任，致使调查工作有重大疏漏的；

（二）索贿受贿、包庇事故责任者借机打击报复的。

第五章　附　　则

第二十六条　特大事故的处理，由组织特大事故调查的部门或者授权的部门负责；国务院认为应当由国务院处理的特大事故，由国务院或者国务院授权的部门负责事故的处理。涉及军民双方的特大事故，由国务院、中央军委或者国务院、中央军委授权的部门负责事故的处理。

第二十七条　本规定由劳动部负责解释。

第二十八条　本规定自发布之日起施行。

附录C

名词术语中英文对照表

中　文	英　文	定　义
列车自动控制系统	Automatic Train Control (ATC)	
列车自动操作系统	(Automatic Train Operation ATO)	一种能控制列车加速、惰行、制动及停站的系统
列车自动防护系统	Automatic Train Protection (ATP)	一种不断将列车的实际速度与最高安全速度作比较的系统，能将列车速度限制于安全操作速度范围内，并确保在紧急制动时，有足够距离的未占用轨道供列车停在安全范围内
列车自动监督系统	Automatic Train Supervision (ATS)	一种行车指挥自动化控制系统，对全线运行的列车进行实时监控
制动器	Brake	使车辆减速或阻止其加速的装置
空气制动	Air Brake	以压缩空气施加的制动
电制动	electric Brake	通过牵引电机将车辆动能转换为电能的制动
电-空制动	Electric-Pneumatic Brake	通过电气指令控制装置对各车辆的压缩空气制动执行部件进行控制的制动
手制动	Hand Brake	以人手施加的机械制动
停放制动	Parking Brake	一般通过弹簧产生的机械作用力产生制动作用，当主风缸的风压下降时自动施加的机械制动
制动距离	Braking Distance	指列车从开始制动到完全停车所走的距离
车挡	Buffer Stop	用于防止列车超越指定位置的固定或缓冲装置，一般设于侧线或越位线末端
超高	Cant	在曲线位置左右两根行车钢轨之间，外股钢轨顶面与内股钢轨顶面的高度差
警戒速度	Caution Speed	根据现场的主管的指令或者临时的标志速度来行驶，以此最高速度行车可确保列车能在任何信号或障碍物前停下
百米标	Chainage	是表示正线每百米点，距离该线路起点的长度。将这种长度从起点算起，以百米为单位
电路	Circuit	
断路器	Circuit Breaker	

（续）

中　文	英　文	定　义
间隙	Clearance	建筑物与轨道之间，或建筑物与车辆之间，或车辆与车辆之间的距离
惰行	Coast	列车在运行中不施加牵引和制动力，利用列车惯性运行
防护装置	Collar	认可器具或电子设施，用作防止任何人误操作按钮、开关或其他控制器
密闭空间	Confined Space	密闭空间是指任何被密闭的、可能发生可预见的特定危险的空间，进入密闭空间需要特别安全措施
建筑限界	Coustruction Gauge	垂直于线路中心线的最小有效的净空。所有构筑物的任何突出部分都不得超出这个限界，它决定于隧道内设置的各种设备 建筑限界与设备限界之间的间距，应能满足各种设备安装的要求
尽头线	Dead-end Siding	一端已经终止，无任何道岔连接，并安设车挡，以防车辆溜出的线路
车辆段/停车场界限	Depot/Stabling Yard Limit	车辆段/停车场列车控制主管全权控制的范围
清人	Detrainment	安排所有乘客离开列车的过程
接地	Earth	
电动列车	Electric Train	
闪灯	Flashing Light	用作保护措施的认可闪灯，能够显示红色或黄色，沿着轨道两个方向也可看见。此类闪灯可以放在行车钢轨之间或放高，以增加可见程度
警冲标	Fouling Point	两条轨道汇合处、机车车辆停车不可超越的安全点，以避免在两条轨道上停放的列车互相碰撞
限界	gauge	为了保证行车安全，对机车、车辆、线路、邻近建筑物及设备所规定的不许超越的轮廓尺寸线 限界分为车辆限界、设备限界和建筑限界
坡度	Gradient	指坡段的线路水平夹角的正切值，即该坡段两端的高差除以水平距离，其值以千分率表示
手信号灯	Hand Lamp	认可的手信号灯，能够显示红色、黄色、绿色或白色
手信号员	Hand Signalman	经认可资格的人员，利用手信号灯或旗帜或其他认可方式控制行车，以及可以调定和固定道岔
运行间隔时间	Headway	列车发车之间的间隔时间
联锁区	Interlocking Area	通过联锁系统来控制道岔、信号机、轨道，并有信号指示的路线区域

（续）

中　文	英　文	定　义
隔离	Isolate	截断所有电源或气源，或以机械方式隔断，并有明显断开点
车辆限界	Kinematic Envelope	在平直线路上运行的车辆，可以达到的最大运动包络线。它是车辆在运行中横断面的极限位置，车辆的任何部分都不得超出这个限界之外
平交道口	Level Crossing	道路与铁路轨道在同一水平相交的地方
带电	Live	
机车	Locomotive	一辆本身有动力的内燃机车，可以牵引其他轨道车辆
正线	Main Line	是指连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路
越站	Non-stop	列车按计划驶过车站不停车
非运营时间	Non-traffic Hours	运营结束时实际牵引停电时间与运营图规定的牵引送电时间/行车通告及相关文件中规定的时间之间的时段
安全距离	Overlap	列车后面的一段距离，尾随列车不论以什么速度驶近也可安全停下，不致发生碰撞
执行人员	Official	
轨道	Permanent Way	
安全门	Platform Door	
道岔	Point	
钩锁器	Point Clamp	将道岔固定在定位或反位位置，并可用挂锁锁上的认可装置
工程领域	Possession	指交由工程主管全权管辖的特定轨道范围
保护措施	Protection	
联络线	Reception Track	连接运营线和车辆段/停车场或其他线路的轨道
反位	Reverse	相对于定位的道岔、开关或其他控制器的位置
安全线	Safety Siding	防止列车或机车、车辆进入另一列车运行线，以及防止进站停车列车驶过警冲标而进入区间，在支线与正线或到发线衔接处铺设的不少于50m的尽头线路
车辆警示牌	Safety Target	放在车辆头端或驾驶控制装置上的圆牌，提醒任何人不可开动该车辆或列车
区段/轨段	Section	在两个配电站之间的一段供电设备，或一段特定长度的轨道

（续）

中　文	英　文	定　义
调车	Shunting	完全在车辆段/停车场内或侧线上的车辆运行，但不包括进出车辆段/停车场的运行 溜放（Loose）-移动一部或多部没有与机车连接的车辆
侧线	Siding	车站内正线以外的线路，如折返线、站内指定用途的其他线
信号	Signal	
设备限界	Structure Gauge	不与车辆直接相互作用的设备及建筑物，不得侵入一定的轮廓尺寸线。设备限界位于车辆限界之外，其主要尺寸由车辆限界、信号、闭路监控系统的外形尺寸、接触轨限界、线路可能的偏移、轨面倾斜即线路测量误差、轨道状态不良引起车辆的偏移和倾斜等因素，并计及适当的安全量计算确定。地铁的任何设备（站台除外）均不得侵入这个限界之内
电压	Voltage	
运营时间	Traffic Hours	运营图规定的牵引送电时间/行车通告及相关文件中规定的送电时间与运营结束时实际牵引停电时间之间的时段
行车通告	Traffic Notice	行车通告为每星期由运营保障室印发的公告，详列每周运作安排
牵引电流	Traction Current	电动列车或机车运行所需的电流
列车	Train	
轨距	Track Gauge	钢轨顶面以下 16mm 处，两钢轨工作边之间的距离，标准规矩为 1435mm
发车计时器	Time Interval Clock	设于站台前端墙附近的定时器，显示每班列车的站停时分信息
车票	Ticket	
值班站长	Station Controller	在车站当值的员工，负责监督车站运作和附属建筑物，以及当有联锁区由车站控制室控制时，监督列车运行

参 考 文 献

[1] 张国宝. 城市轨道交通运输组织 [M]. 北京：中国铁道出版社，2000.

[2] 何宗华，汪松滋，何其光. 城市轨道交通运营组织 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2003.

[3] 牛凯兰，牛红霞. 城市轨道交通行车组织 [M]. 北京：机械工业出版社，2009.

[4] 耿幸福，徐新玉. 城市轨道交通行车组织 [M]. 北京：人民交通出版社，2010.

[5] 慕威. 城市轨道交通运营组织 [M]. 北京：人民交通出版社，2012.

[6] 薛亮，刘小玲. 城市轨道交通调度指挥 [M]. 北京：人民交通出版社，2013.

[7] 傅世善. 列控与闭塞概论 [M]. 北京：中国铁道出版社，2006.

[8] 钱钟侯. 高速铁路概论 [M]. 3 版. 北京：中国铁道出版社，2006.

[9] 费安萍. 城市轨道交通行车组织 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2007.

[10] 何静. 城市轨道交通运营管理 [M]. 北京：中国铁道出版社，2007.

[11] 欧阳全裕. 地铁轻轨线路设计 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2007.

[12] 许玉德，李海锋，戴月辉. 轨道交通工务管理 [M]. 上海：同济大学出版社，2007.

[13] 黄典剑，李传贵. 突发事件应急能力评价 [M]. 北京：冶金工业出版社，2006.

[14] 谭复兴，高伟君，等. 城市轨道交通系统概论 [M]. 北京：中国水利水电出版社，2007.

[15] 张凡，钱传贵. 城市轨道交通概论 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2007.

[16] 毛保华，姜帆，刘迁，等. 城市轨道交通 [M]. 北京：科学出版社，2007.

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导： 工业技术／轨道交通
ISBN 978-7-111-44977-5
策划编辑◎罗 莉/ 封面设计◎赵颖喆

ISBN 978-7-111-44977-5
9 787111 449775 >
定价：36.90元